ANATOMJA SSAKÓW

595896

KOMITET WYDAWNICZY PODRĘCZNIKÓW AKADEMICKICH
PRZY MINISTERSTWIE WYZNAŃ RELIGIJNYCH I OŚWIECENIA PUBLICZNEGO

R. POPLEWSKI
PROFESOR UNIWERSYTETU WARSZAWSKIEGO

ANATOMJA SSAKÓW

2

TOM II — UKŁAD KOSTNOSTAWOWY



1935
NAKŁADEM KOMITETU WYDAWNICZEGO PODRĘCZNIKÓW AKADEMICKICH
SKŁAD GŁÓWNY W KASIE IM. MIANOWSKIEGO
WARSZAWA — PAŁAC STASZICA

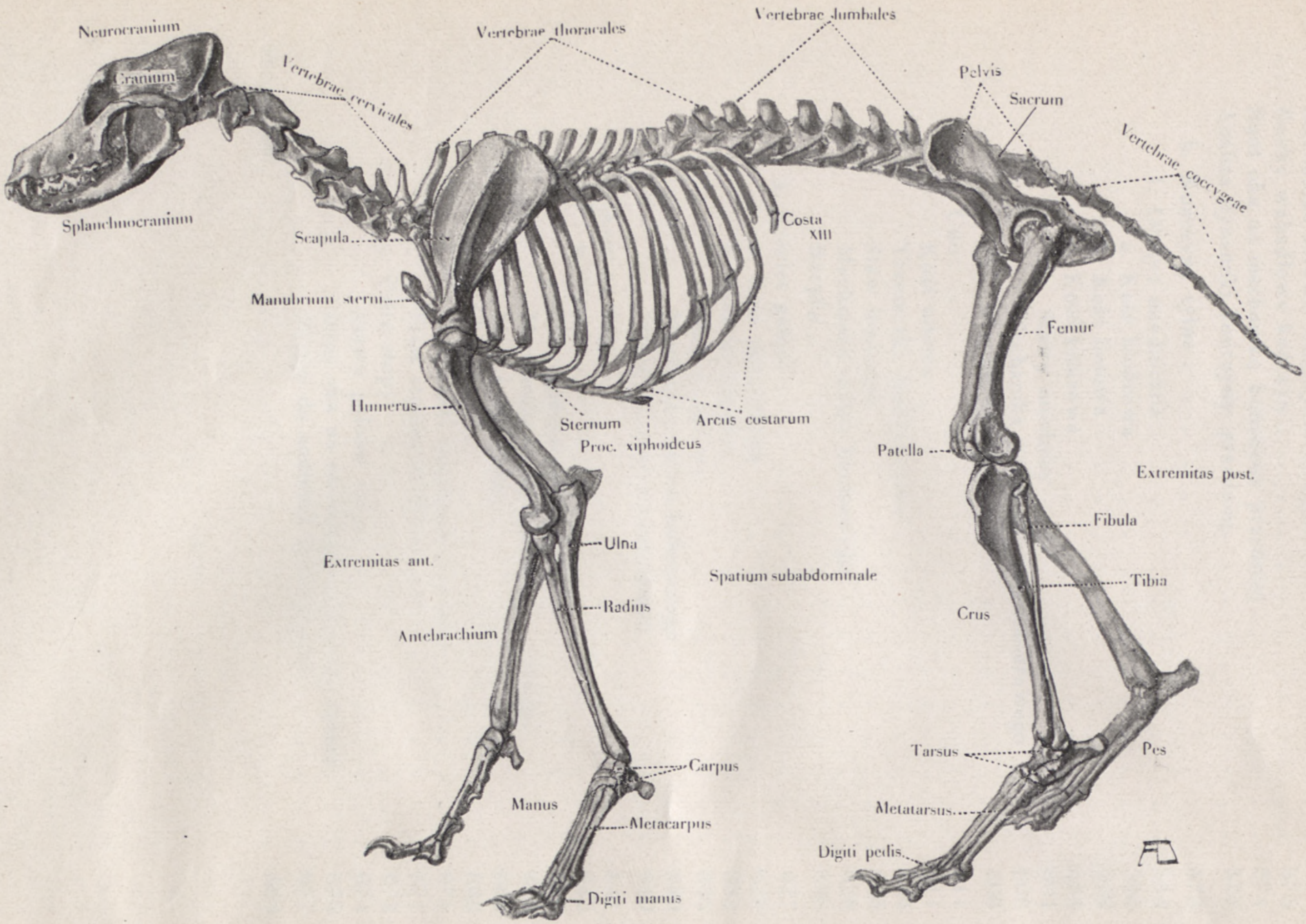
D. 8/48

BIBLIOTEKA
UNIWERSYTECKA
W TORUNIU

WYKONANO W DRUKARNI KASY IM. MIANOWSKIEGO, WARSZAWA - PAŁAC STASZICA
KLISZE WYKONAŁA FIRMA B. WIERZBICKI I S-KA W WARSZAWIE

SPIS RZECZY

TOM DRUGI. — UKŁAD KOSTNOSTAWOWY



Rys. 1. Kościec p s a *(Canis fam.)*.
Ze zbiorów Zakładu Anatomji Prawidłowej Wydz. Wet. U. W.

UKŁAD KOSTNOSTAWOWY
(OSTEOLOGIA ET ARTHROLOGIA).

A. UKŁAD KOSTNY.

Układ kostny stanowi rodzaj wytrzymałego i sztywnego rusztowania na którem znajdują oparcie tkanki o budowie wątłej, niezdolnej samej przez się do przeciwstawiania się naporowi własnego ciężaru i wpływowi obcych czynników odkształcających. Pozatem należy go uważać za zespół dźwigni mechanicznych, na których znajdują swe »punkty przyłożenia« siły, wyzwalające się ze skurczów mięśniowych. Jest to więc jeden wielki, choć bardzo złożony, układ — narządów biernych ruchu, w stosunku do którego, układ mięśniowy pelni rolę szeregu silników, ożywiających ową bezwładną masę kostną.

I u bezkręgowców występują twory, które pod względem czynnościowym są równowartościowe z kośćcem kręgowców. Mam na myśli specjalnie owe zwarte osłonki chitynowe, które nakształt pancerza spowijają wokół całe ciało. Tym razem więc nieustępliwe podłoże umieszczone jest nie we wnętrzu ustroju, lecz na jego powierzchni zewnętrznej. Oczywiście że umieszczenie kośćca w części osiowej ciała u kręgowców jest bardziej korzystne z punktu widzenia swobody ruchów, aniżeli ów pancerz zewnętrzny owadów usztywniający całą postać zwierzęcia a przeto ograniczający w pewnym stopniu jego ruchomość.

Dzięki znacznej zawartości soli mineralnych, tkanka kostna jest stosunkowo mało podatna na wpływy mechaniczne i sprawy gnilne, czem się tłumaczy, iż nieomal jedynemi pozostałościami po ssakach wymarłych są ich resztki kostne.

Gruntowna znajomość układu kostnego jest niezbędna nietylko z praktycznego punktu widzenia, ale i dlatego, że stanowi gałąź anatomji najlepiej opracowaną. Istotnie, zawdzięczając żmudnej pracy paleontologów, kości »przemawiają« do nas dzisiaj językiem żywym i jakżeż wymownym! Wiemy obecnie, że każdy szczegół ich budowy

jest dorobkiem i wynikiem mozolnej walki w ciągu miljonów lat, zażartego borykania się żywego ustroju z czychającem na jego zgubę otoczeniem, ze zmiennemi kolejami losu... Niech nas więc nie przeraża bezmiar nazw i określeń osteologicznych, w każdem z nich bowiem kryje się pewne pojęcie lub cecha, na podstawie której morfolog wysnuwa szereg wniosków, otwierających dalekie perspektywy w obręb najistotniejszych zagadnień życiowych. Zgódźmy się bowiem z tem, że ostatecznie każdy kształt nie jest niczem innem jak wykładnikiem pewnego układu sił, z czego wynika, że główny wysiłek anatoma sprowadza się właśnie do wykrycia, na podstawie wnikliwego rozbioru budowy — charakteru i znaczenia owych sił. Czyż nie przypomina to pracy ajenta śledczego, który kierując się znalezionemi śladami na miejscu przestępstwa odkrywa ich sprawcę?

Wprawdzie niekażda z cech obdarzona etykietką nazwy jest dla nas zupełnie zrozumiała, wiele jeszcze w tym kierunku pozostaje do zrobienia, poznanie jednak nazwy umożliwia zwrócenie uwagi na dany szczegół, zainteresowanie się nim i może niejednego skłonić do wytłumaczenia go. Albowiem taką już jest natura ludzka, że przedmioty »bezimienne« są często dla oczu naszych jakgdyby przejrzystemi:... Patrzymy na nie lecz ich nie dostrzegamy!

W ścisłym związku z układem kostnym, znajduje się szereg połączeń — układ stawowy wiążący, za pośrednictwem różnych rodzajów tkanki łącznej, poszczególne kości. Stanowi on przedmiot badań działu anatomji zwanego — arthrologją. Podział układu kostnostawowego na dwa odrębne działy: na osteologję i arthrologję jest chybionym zabiegiem umysłu ludzkiego, albowiem w rzeczywistości obydwa te układy są ściśle między sobą powiązane i dlatego będą poniżej łącznie rozpatrywane!

Rozdziały osteologji i arthrologji szczegółowej poprzedzimy zwięzłym szkicem z zakresu historji rozwoju i zasad budowy tkanki kostnej i stawów.

1. Rozwój tkanki kostnej. Tkanka kostna stanowi swoisty rodzaj tkanki łącznej wyposażonej w wielką ilość soli nieorganicznych, które nadają jej charakterystyczną twardość i wytrzymałość. Badania nad rozwojem tkanki kostnej w szeregu kręgowców wykazały niezbicie, że jest ona tworem stosunkowo późnym, powstałym w warunkach życia lądowego (Jaeckel 1902). Kręgowce wodne, mam na myśli specjalnie ryby, posiadają zrąb przeważnie chrząstkowy lub chrząstkowokostny, ze znaczną jednak przewagą tkanki chrząstkowej. Jest rzeczą zrozumiałą, że wobec niewielkiej różnicy między ciężarem gatunkowym ciała owych istot i ciężarem gatunkowym środowiska

wodnego ów zrąb jest w stanie najzupełniej podołać wymaganym warunkom.

Zmiana bytowania wodnego na tryb życia lądowy postawiła ustrój kręgowców w zgoła odmiennych warunkach (prawo Archimedesa! mały opór środowiska) powodując przekształcenie wiotkiego rusztowania chrząstkowego w spoisty zrąb kostny. Wyparcie tkanki chrząstkowej, przez bardziej odpowiadającą środowisku atmosferycznemu tkankę kostną, nie odbyło się za jednym zamachem, lecz stopniowo, i powiedziałbym »na raty«, czego wymownem potwierdzeniem są płazy i gady, kościec których wykazuje jeszcze tak znaczny odsetek istoty chrząstkowej. Zresztą i u ssaków ogołocenie kośćca z budulca pierwotnego jakim jest chrząstka nie jest tak zupełne, jak się zwykło myśleć, przyczem, jak to zobaczymy później, pełni ona nadal ważną rolę zapewnienia wystarczającego stopnia sprężystości całości ustroju.

Nietylko jednak w rozwoju rodowym tkanka kostna jest tworem wtórnym, albowiem toż samo stwierdzamy i w jej rozwoju osobniczym. W samej rzeczy, nigdy tkanka kostna, jako taka, nie ukazuje się odrazu w ustroju zarodka, lecz zawsze poprzedza ją bądź tkanka chrząstkowa, bądź też zwykła tkanka łączna. Tak więc, rozróżniamy dwa rodzaje kostnień: — kostnienie, które powstało na podłożu chrząstkowem i — kostnienie, odbywające się na podłożu łącznotkankowem. Obydwa te rodzaje Strelcoff ujmuje pod wspólnem określeniem — kostnienia neoplastycznego.

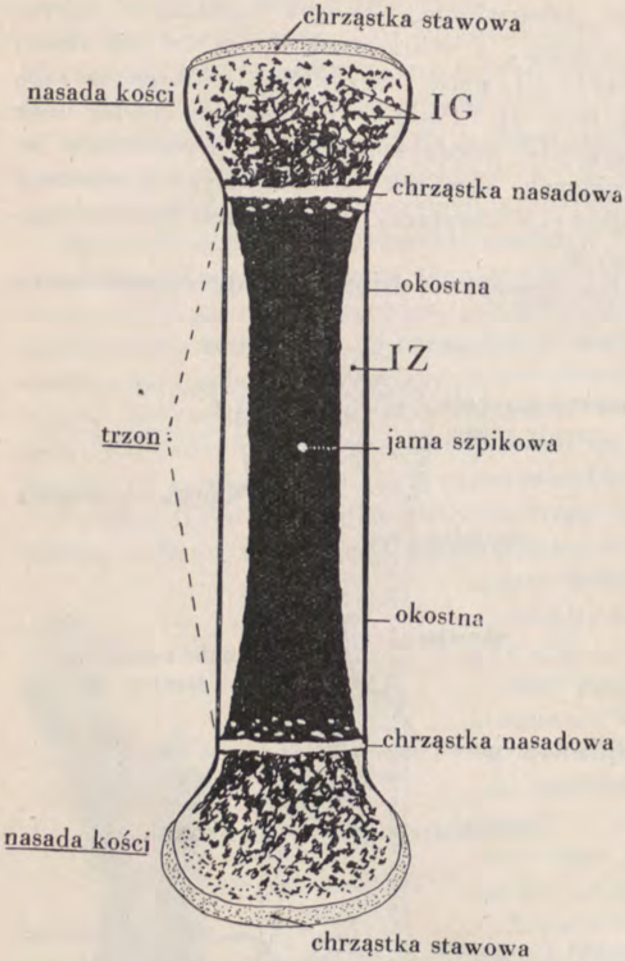
Do wyjątkowo rzadkich zjawisk (obojczyk, część żuchwy) należy t. zw. — kostnienie metaplastyczne, w którem tkanka kościotwórcza bezpośrednio przeistacza się w tkankę kostną. Na tem miejscu zajmiemy się jedynie sprawą kostnienia neoplastycznego.

Kości rozwijające się na podłożu chrząstkowem nazywamy — kośćmi zastępczemi *(ossa substituentia)*. Występują one znacznie częściej aniżeli — kości pokrywowe *(ossa investientia)*, powstające na podłożu łącznotkankowem.

A. Rozwój kości zastępczych. Komórki sklerotomalne somitów, o których była już mowa w tomie pierwszym, tworzą razem t. zw. — tkankę kościotwórczą, rozprzestrzeniającą się po wszystkich zakątkach ustroju zarodka (rys. I, 72). Ona to, owa tkanka kościotwórcza tworzy w miejscach przyszłego utkania kostnego pierwsze zawiązki kośćca posiadające, początkowo, budowę łącznotkankową. Trwa to jednak niedługo albowiem wkrótce zawiązki owe przeistaczają się w tkankę chrząstkową, rozczłonkowywującą się pod wpływem skurczów mięśniowych na szereg samoistnych jednostek, z których

kości idzie w kierunku doszczętnego wyparcia owej chrząstki i zjednoczenia owych rozproszonych ośrodków kostnych w jedną całość. Sprawa przedstawiałaby się, oczywiście, bardzo prosto, gdyby zespolenie ośrodków kostnych mogło być dokonane na drodze ich powiększenia aż do wzajemnego zetknięcia. Tak jednak nie jest! Całą sprawę wikła pozostała tkanka chrząstkowa, wykazująca energiczny odczyn na napastliwe zakusy ze strony ośrodków kostnienia. Wprawdzie chrząstka zmuszona będzie ulec im zczasem, stanie się to jednak dopiero po dłuższej walce, w której nie będzie już ona elementem całkowicie biernym, lecz przyjmie rolę nader czynną. Z uporem atakowana przez rozrastające się ośrodki kostnienia, chrząstka stanie się jednocześnie i stroną atakującą.

Istotnie, w miarę tego jak ośrodki kostne trzonu i nasad zbliżają się ku sobie, tkanka chrząstkowa je przedzielająca, wykazuje częste podziały komórkowe które przemawiają za tem, że odbywa się w niej wytężony — wzrost



Rys. 4. Schemat zawiązka kości długiej, w którym obydwie nasady są jeszcze oddzielone od trzonu za pośrednictwem—chrząstek nasadowych. W kości długiej rozróżniamy trzy główne składniki: —trzon oraz dwie—nasady. Trzon jest zbudowany z—istoty zbitej (IZ) a we wnętrzu zawiera obszerną — jamę szpikową. Każdą z nasad tworzy—istota gębczasta (IG) zawierająca liczne, drobne —jamki szpikowe. Końce stawowe nasad są pokryte — chrząstką stawową. W kości ssaka dorosłego chrząstki nasadowe ulegają skostnieniu.

śródmiąższowy. Naskutek takiego stanu rzeczy, to co traci owa chrząstka po obu swych stronach nie odbija się jednak w sposób dotkliwy na jej grubości. Chrząstkę tę, posiadającą postać krążka umieszczonego między nasadą i trzonem, nazywamy — chrząstką nasadową *(cartilago epiphysaris)* (rys. 4). Jej to właśnie przypada ważna rola we wzroście kości na długość, z czego wynika, że zniszczenie chorobowe lub doświadczalne owej chrząstki powoduje natychmiastowe zatrzymanie dalszego rozwoju danej kości na długość. Ponadto obecność chrząstek nasadowych w kośćcu osobników młodych, tłumaczy jego swoistą sprężystość, dzięki której kości ulegają u nich tak rzadko złamaniom.

Obecność kościotwórczej chrząstki nasadowej, umieszczonej między trzonem i każdą z nasad kości, jest cechą właściwą ssakom albowiem jeszcze u gadów, chrząstka powodująca wzrost kości na długość znajduje się na końcach nasad zwróconych ku jamie stawowej.

Chrząstka nasadowa utrzymuje się tak długo dopóki odczyn jej nie zostanie zahamowany przez wydzieliny niektórych gruczołów dokrewnych, a przedewszystkiem przez hormony gruczołów rozrodczych, co ma miejsce w okresie dojrzewania płciowego. Ginie ona wówczas, a trzon kości zrasta się z nasadami w jedną niepodzielną całość.

W przypadkach niedomogi tarczycowej *(myxoedema)*, oraz w niektórych innych schorzeniach, chrząstki nasadowe nie wywiązują się ze swych zadań powodując skarłowacenie całego ustroju. Ma to miejsce np. w zaburzeniu rozwojowem zwanem — chondrodystrofją, w którem naskutek niewydolności chrząstek nasadowych, przy prawidłowo pozatem odbywającem się kostnieniu ochrzęstnem, następuje charakterystyczne przykrócenie kończyn (mikromelja), powodujące skarłowacenie wzrostu. Jest rzeczą znamienną, że chorobie tej towarzyszy nieomal zawsze—nadpłciowość *(hypergenitalismus)* i że czynnikiem chorobotwórczym hamującym jest w danym przypadku hormon płciowy. Według C. R. Stockard'a (1931) charakterystyczne ukształtowanie kończyn w niektórych rasach psów (pekińczyk, buldog i jamnik) daje się sprowadzić do zmian wywołanych zaburzeniami na tle chondrodystrofji, z tą różnicą jednak iż podczas gdy u jamnika owe zmiany obejmują jedynie kończyny, u buldogaześrodkowywują się przedewszystkiem w czaszce i w kręgosłupie.

Oprócz trzech, wyżej wymienionych, punktów kostnienia, daje się często stwierdzić obecność — punktów dodatkowych, występujących w niektórych większych wyniosłościach kostnych. Punkty kostnienia dodatkowe pojawiają się zwykle znacznie później aniżeli punkty główne.

Należy podkreślić, że zarówno czas pojawiania się punktów kostnienia, jak i ich ilość, a także czas zaniku chrząstek nasadowych, wykazują dużą stałość u poszczególnych gatunków i ras.

Badania lat ostatnich wykazały ścisły związek między stanem gruczołów płciowych (jądra, jajniki) i sprawnością osteoblastów. Udowodniono, iż hormony owych gruczołów działają hamująco na działalność kościotwórczą chrząstek nasadowych, przyczynę więc przedwczesnego ustania wzrostu należy szukać w zbyt szybkiem dojrzewaniu płciowem. Odwrotnie, w przypadkach niesprawności gruczołowej, lub też gdy dojrzewanie płciowe nadchodzi zbyt późno, brak opanowania spraw kościotwórczych sprowadza powstanie nadmiernego wzrostu.

Zaznaczam na marginesie, że przy omawianiu sprawności narządów kościotwórczych trudno pominąć znaczenie odpowiednich — genów, które w pierwszym rzędzie decydują o wielkości wzrostu, a więc o nasileniu twórczem chrząstek nasadowych.

Kostnienie ochrzęstne *(ossificatio perichondralis)* ma przebieg zgoła odmienny. Otóż, z chwilą utworzenia się w zaczątku chrząstkowym trzech głównych ośrodków kostnych osteoblasty okostnej, okrywające powierzchnię zewnętrzną zawiązka, budzą się do życia, przyczem każdy z nich dzieli się kilkakrotnie otaczając się cienką warstwą istoty kostnej. W ten sposób, dookoła pierwotnego trzonu powstaje szereg współśrodkowo ułożonych pierścieni, lub lepiej cylindrów kostnych, które przypominają nawarstwienia pnia drzewa. Tą drogą utworzona kość przybiera kształt kostnego cylindrycznego płaszcza otaczającego wokół ośrodek pierwotny trzonu (rys. 5).



Rys. 5. Schemat zawiązka kości długiej w którym ośrodek chrząstkowy (część kropkowana) jest otoczony przez cylinder kostny pochodzenia ochrzęstnego.

W dalszych fazach granica między kością powstałą przez kostnienie śródchrząstkowe i kością utworzoną z ochrzęstnej powoli się zaciera i wreszcie ginie doszczętnie.

A teraz, główną uwagę przyciąga sprawa przekształceń wtórnych odbywających się w łonie powstałej kości. Chodzi o to, iż jednocześnie z wydłużaniem się kości i jej grubieniem, w części ośrodkowej trzonu dokonywa się sprawa niszczenia dawnej tkanki kostnej. Powodują je specjalne, wielojądrzaste komórki okostnej — osteoklasty, które wraz z osteoblastami wniknęły do wnętrza zawiązka chrząstkowego. One to, owe osteoklasty »trawią «ściany starych beleczek kostnych poszerzając stopniowo, pierwotnie bardzo wąskie, jamki wypełnione siecią naczyń i tkanką łączną luźną. W ten sposób, powstaje w środku początkowo zupełnie spoistej, szczelnie wypełnionej, nasady kostnej, szereg nieprawidłowych zakamarków, nisz i korytarzy, które nazwiemy — jamkami szpikowemi *(cellulae medullares)*, na ściankach których prowadzą coraz dalej i dalej dzieło zniszczenia osteoklasty. Praca ich trwa tak długo, dopóki we wnętrzu

trzonu kości, nie powstanie obszerna jama, zwana — jamą szpikową *(cavum medullare)*, wypełniona przez gęste sploty naczyniowe, rozpięte na delikatnej siatce łącznotkankowej. W okach tej siatki układają się swoiste komórki, stanowiące komórki macierzyste czerwonych ciałek krwi (rys. 3).

Niszcząca czynność osteoklastów odbywa się równolegle z odkładaniem przez okostną coraz to nowych warstw na powierzchni zewnętrznej kości. Innemi słowy, straty które ponosi kość w swem wnętrzu, zostają w pełni i z naddatkiem wyrównane przez działalność kościotwórczą okostnej, pracującej w kierunku zwiększenia grubości kości. Współzawodnictwo to ustaje dopiero w chwili osiągnięcia przez kość należytej grubości, zapewniającej jej pewną określoną, dostosowaną do potrzeb, wytrzymałość. Odtąd zarówno osteoblasty jak i osteoklasty wpadają w rodzaj uśpienia, z którego jednak obudzone mogą być zawsze przez nieprawidłowe bodźce mechaniczne (np. złamania, wadliwa postawa ciała i t. d.) albo też przez chorobowe zaburzenia na tle dokrewnego wydzielania (hormony!).

Jest rzeczą niewątpliwą, że »kierownictwo robót« spoczywa i tym razem, w głównej mierze, w »doświadczonych rękach« czynników dziedzicznych, które na podstawie wielowiekowego stykania się z rzeczywistością świata zewnętrznego, są w stanie nadać powstającej kości najbardziej odpowiadające potrzebom ustroju cechy następujące: — wielkość, — masa, — kształt, — wytrzymałość i — sprężystość.

Zestawiając czynność osteoblastów z wynikiem pracy osteoklastów, przychodzimy do wniosku, że gdyby trzon był wyłącznie dziełem osteoblastów, posiadałby niewątpliwie postać pełnego walca, jeżeli jednak nim nie jest, lecz posiada budowę wewnątrz wydrążonego, stosunkowo lekkiego, cylindra, to zawdzięcza to jedynie czynności osteoklastów.

Nietylko niewydolność osteoblastów może powodować niekorzystne dla ustroju odchylenia w budowie kości (np. zmniejszenie wytrzymałości, nadmierna giętkość i t. p.), albowiem bezwład ze strony osteoklastów jest lub może być równie groźny dla sprawności kośćca. Tak więc, za jedną z przyczyn wyginięcia niektórych form zwierzęcych uważa G. Bohn (1934) niewydolność osteoklastyczną, niewydolność pociągającą ze sobą obciążenie ustroju zbyteczną masą kostną. Jest rzeczą zupełnie zrozumiałą że tego rodzaju dodatkowe obciążenie utrudnia wykonywanie szybkich ruchów oraz zmusza umięśnienie do nadprogramowej a zwłaszcza do nierentującej się pracy.

Powyższe tyczy się przedewszystkiem trzonu kości, albowiem jeżeli chodzi o nasady, to powstają one li tylko na drodze kostnienia śródchrząstkowego.

Czynnikiem regulującym współzawodnictwo osteoblastów z osteoklastami są warunki mechaniczne, w których się kość znajduje, oraz swoiste wydzieliny gruczołów dokrewnych (tarczyca, przysadka mózgowa i t. d.).

Tak więc sprawę kostnienia na podłożu chrząstkowem porównać możemy do techniki otrzymywania odlewów: w tym razie zawiązek chrząstkowy odpowiadałby formie, w którą zostaje wlany później pozytyw kostny.

B. Kości rozwijające się na podłożu łącznotkankowem, czyli — kości pokrywowe, występują nieomal wyłącznie w części trzewnej czaszki (p. trzewioczaszka). Powstają one w sposób następujący. W pewnym punkcie zawiązka łącznotkankowego przyszłej kości ukazuje się drobny punkt kostnienia, w którym włókna klejodajne ulegają zwapnieniu, wokół zaś nich układają się rzędami komórki przyjmujące postać osteoblastów. Wytwarzają one istotę kostną, którą się otaczają, i w ten sposób ulegają przekształceniu w typowe komórki kostne.

Zpośród ssaków, jedynie u *Xenarthra* powstają w skórze ciała, kości pokrywowe przybierające postać płytek opancerzających tułów (tom I rys. 8).

2. Budowa makroskopowa kości. Kształt tej czy innej kości zależy w pierwszym rzędzie od warunków mechanicznych w jakich się ona znajduje. Warunki te, oczywiście, mogą być bardzo różnorodne, temniemniej zawsze dadzą się sprowadzić do układu sił o wypadkowej, której zarówno natężenie, jak i kierunek, ulegać mogą li tylko nieznacznym wahaniom. Tak więc kształt jakiejkolwiek kości, nie jest w gruncie rzeczy niczem innem, jak swoistym odczynem ustroju na bodźce natury głównie mechanicznej. Jest to, powiedziałbym, pewien stan równowagi, między odpornością tkanek z jednej strony i naporem sił odkształcających z drugiej.

Wpływ czynników mechanicznych na budowę kości stwierdził, między innymi, W. Roux (1902) na podstawie następującego doświadczenia. Pozbawił on psa kończyn przednich tak że zwierzę było zmuszone do posługiwania się typem przemieszczalności która cechuje Kangurowate. I oto, po pewnym czasie można było stwierdzić, że kości piszczelowe stały się znacznie grubsze aniżeli kości udowe, podczas gdy prawidłowo stosunki przedstawiają się wprost odwrotnie.

Z drugiej strony niewątpliwą jest współzależność między budową kości z jednej strony a budową umięśnienia z drugiej. Zpośród licznych doświadczeń wykazujących ten stosunek przytoczymy doświad-

czenie M a r e y ' a (1884). Polegało ono na tem, że odpiłował on królikowi guz kości piętowej przez co warunki dynamiczne stopy podległy oczywiście radykalnej zmianie. Po upływie kilku miesięcy M a r e y pozbawił zwierzę życia i dokonał sekcji kończyny I otóż sekcja wykazała gruntowną zmianę stosunku długościowego między częścią mięsną i częścią ścięgnową mięśnia brzuchatego łydki!

Naogół przyjęto rozróżniać trzy główne postacie kości: — k o ś c i k r ó t k i e *(ossa brevia)*, występujące w tułowiu i w mało ruchomych odcinkach kończyn, — k o ś c i p ł a s k i e *(ossa plana)*, rozwijające się wokół jam ciała i wreszcie — k o ś c i d ł u g i e *(ossa longa)*, odgrywające wybitną rolę w budowie kończyn.

Śledząc rozwój rodowy kośćca w obrębie kręgowców przychodzimy do wniosku, że początkowo wszystkie kości miały postać raczej krótką i dopiero naskutek warunków życia lądowego, niektóre kości, mam na myśli specjalnie kości kończynowe, przybrały kształt wydłużony. U ssaków, które wtórnie stały się stałymi mieszkańcami wód (Waleniowate, Syrenowate), kości kończyn podległy bardzo wydatnemu przykróceniu następczemu.

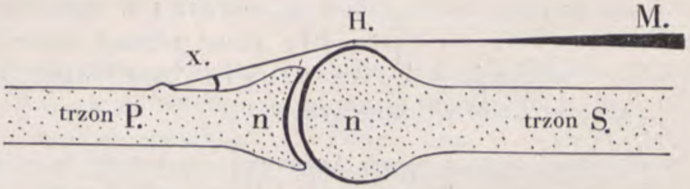
W k o ś c i a c h d ł u g i c h rozróżniamy: walcowatą część pośrodkową albo — t r z o n *(diaphysis s. corpus ossis)* oraz dwa zgrubiałe końce zwane — n a s a d a m i *(epiphyses)* (rys. 6).

U osobników dorosłych granice między trzonem i nasadami ulegają zatarciu co powoduje że zakończenia kości jesteśmy zmuszeni nazywać — k o ń c a m i. *(extremitates)*. Tak więc rozróżniamy w kości długiej: — t r z o n *(corpus)*, — k o n i e c g ó r n y *(extremitas superior)* i — k o n i e c d o l n y *(extremitas inferior)* (rys. 4).

Nasada wyposarzona jest w powierzchnię gładką, i jak gdyby wypolerowaną, zwaną — p o w i e r z c h n i ą s t a w o w ą *(facies articularis)*, służącą do zestawienia z kością sąsiadującą. Okrywa ją na kości świeżej cienka warstwa chrząstki szklistej — c h r z ą s t k a s t a w o w a *(cartilago articularis)*. Nieobjęcie chrząstki stawowej sprawą kostnienia, należy wytłumaczyć warunkami mechanicznemi, panującemi wewnątrz stawów: ciągły ucisk i tarcie jakie tam mają miejsce nie pozwalają ośrodkowi kostnemu nasady na zawładnięcie kostnieniem owej chrząstki. U osobników młodych, a więc u których wzrost kości na długość nie został jeszcze zahamowany, na granicy między trzonem i nasadami umieszczony jest cienki krążek — c h r z ą s t k i n a s a d o w e j *(cartilago epiphysaris)*.

Maczugowate zgrubienie nasad kostnych odgrywa niezwykle doniosłą rolę w statyce i w dynamice żywego ustroju. W samej rzeczy, łatwo dostrzegalne zwiększenie wymiarów nasad w stosunku do trzonu powoduje z jednej strony — z w i ę k s z e n i e k ą t a (»k ą t a ś c i ę-

gnowokostnego«) pod którym przymocowywują się ścięgna mięśni do kości (rys. 7) naskutek czego wydajność ruchowa skurczu mięśniowego staje się wyższa, a z drugiej — jest przyczyną zmniejszenia ciśnienia wywieranego na jednostkę powierzchni stawowej przez kość sąsiadującą (wszak im rozleglejsza jest powierzchnia stawowa tem ciśnienie wywierane na 1 cm.^{2} jest mniejsze!)



Rys. 6 wyobraża dwie kości P i S stykające się stawowo swemi nasadami (n i n); M — mięsień; H — hypomochljon, x — wielkość kąta ścięgnowokostnego.

Omawiając sprawę znaczenia grubości nasady dla wydajności skurczu mięśni, pragnę zaznaczyć, że podobne zadanie pełnią też liczne inne wyniosłości rozsiane w różnych punktach kośćca. Wszystkie je ujmujemy pod wspólną nazwę — hypomochljonów (rys. 7). Znaczenie ich bywa zazwyczaj niedoceniane, a wszak brak hypomochljonów obróciłby w niwecz znaczną ilość pracy mięśniowej.

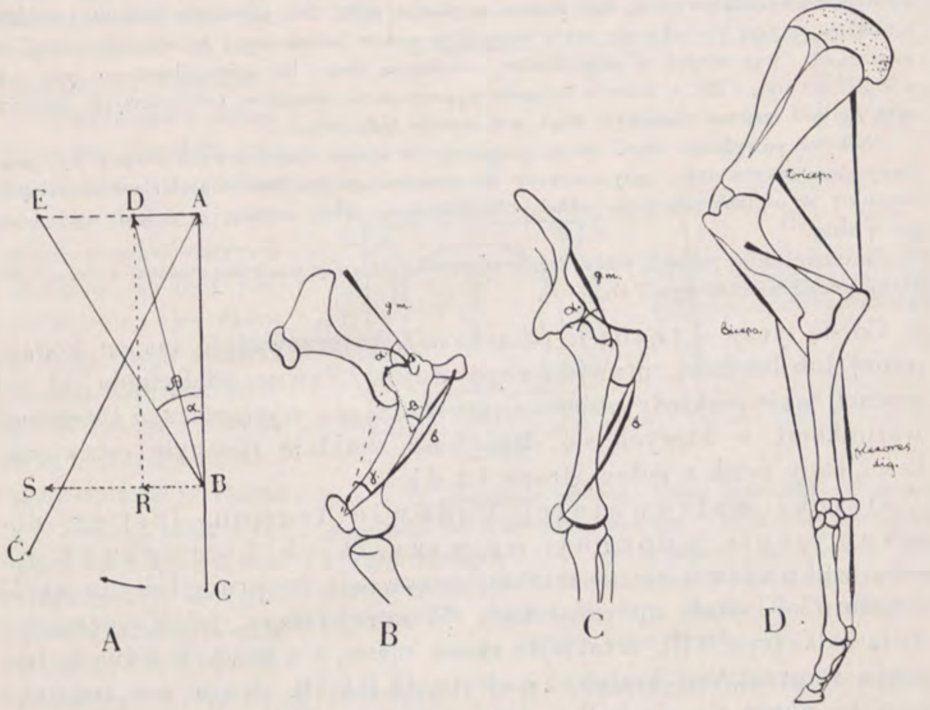
Ale będzie o tem jeszcze mowa szczegółowiej w mjologji.

Niezwykle ważne, znaczenie biomechaniczne posiada — kąt natarcia mięśniowego (*»angle of insertion«* W. K. Gregory, 1912) bez wniknięcia w istotę którego cały szereg zagadnień osteologicznych jest nie do rozwiązania.

Otóż, kątem natarcia mięśniowego albo kątem przyczepowym nazywamy kąt *»utworzony przez długą oś mięśnia, przez jego punkt przyczepu oraz przez linję łączącą punkt przyczepu z osią odpowiedniego stawu«* (W. K. Gregory). Uciekając się do przykładu konkretnego (rys. 7 B) kątem natarcia mięśnia—gm. (m. pośladkowy średni) na kość udową jest kąt—α, którego wartość w drugim przykładzie, zaczerpniętym również ze stosunków panujących w kończynie tylnej (rys. 7 C), jest nieco mniejsza. Wartości podobnych kątów są oznaczone dla innych mięśni literami — β i — γ. Jak łatwo stwierdzić zmniejszenie kątów natarcia z przykładu B *(Equidae)* do przykładu C *(Proboscidea)* nastąpiło u Słoniowatych naskutek zmniejszenia kątowego załamania między miednicą i kością udową, które to załamanie jest silnie wyrażone u wszystkich ssaków obdarzonych ruchami szybkiemi a więc, między innemi, i u Koniowatych (B). Dużą rolę w wielkości omawianego kąta odgrywa również i długość kości kulszowej miednicy, która to kość jest wydłużona u Koniowatych a nieco przykrócona u Słoniowatych (rys. 7 C).

Jak łatwo się domyśleć wielkość kąta natarcia odbija się w pierwszym rzędzie na sposobie rozkładu wypadkowej siły skurczu mięśniowego na swe składowe. Na schematycznym rys. 7A prosta — AC oznacza kość długą, osadzoną swym końcem górnym w stawie ruchomym — A.

W punkcie — B omawianej kości przymocowuje się mięśnień — BD. Kąt natarcia — α jest zgodnie z poprzedniem określeniem, zawarty między osią mięśnia — BD i odcinkiem kości — BA. Jeżeli, w dalszym ciągu, odcinek—BD przyjmiemy za wartość siły mięśniowej, to po jej rozłożeniu na dwie jej składowe — BR i — BA okaże się, że t. zw. s k ł a d o w a o b r o t o w a — BR mogąca przesuwać wolny koniec kości—C wzdłuż długiego łuku C—Ć na nowe położenie—Ć, jest znacznie mniejsza od składowej — BA czyli że jest mniejsza od s k ł a d o w e j s t a w o w e j unoszącej ciężar owej kości — AC (kończyny!). Tego rodzaju skład siły — BD jest korzystny u ssaków wyposażonych w dużą wagę ciała *(gravigrada!)*, a więc np. u S ł o n i o-



Rys. 7 ilustruje istotę »kąta natarcia mięśniowego«.

A. linja AC i AĆ wyobraża kość udową w dwóch położeniach; linja AD i AE przedstawia kość kulszową; linja DB i EB oznacza odpowiedni mięsień.

B. kąty natarcia w kończynie tylnej Koniowatych;

C. kąty natarcia w kończynie tylnej Słoniowatych;

D. kąty natarcia w kończynie przedniej Koniowatych.

Wszystkie rysunki są pomyślane jako widziane od strony lewej (wg. Gregory'ego, zmienione).

w a t y c h, byłby jednak niekorzystny u ssaków obdarzonych ruchami szybkiemi (np. K o n i o w a t e!). I dlatego u tych ostatnich stwierdzamy odmienny układ stosunków, wyrażający się w zdecydowanej dążności do zwiększenia kątów natarcia, zwłaszcza w odcinkach nasadowych kończyn (obręcz barkowa — kość ramienna; miednica — kość udowa!)

Owe zwiększenie kąta natarcia można uzyskać oczywiście przez oddalenie punktu przyczepu mięśniowego — D od punktu osi stawu — A. A więc, przesuńmy punkt — D na nowe położenie — E (rys. 7 A)! Odsunięcie to spowoduje, oczywiście, powiększenie kąta natarcia, który

uzyska nową wartość — β (rys. 7 A). Rozłożywszy obecnie siłę — BE na obydwie jej składowe — BA i — BS stwierdzamy znaczny przyrost składowej obrotowej, która jak już wiemy, stanowi właściwą siłę popędową.

Tego rodzaju układ stosunków znajdujemy u ssaków szybkobieżnych *(cursorialia!)* a więc, między innemi, u — K o n i o w a t y c h i u szybkobieżnych — N a r o s t k o w c ó w *(Pecora)*.

Ale na tem nie koniec! Analizując dalej układ stosunków na przestrzeni całej kończyny t. j. od obręczy kończynowej aż po palce (rys. 7 D) stwierdzamy, że wartość kątów natarcia jest zmienna na różnych wysokościach. A więc, podczas gdy w sąsiedztwie obręczy kończynowej wartość kątów natarcia jest naogół duża, w odcinkach dolnych kończyn, mam na myśli przedewszystkiem palce, kąty natarcia są zawsze małe! Nie potrzebuję dodawać, że układ stosunków w tym kierunku nie jest u wszystkich ssaków jednakowy, i że najdobitniej musi się owa zasada wypowiadać u palcochodów, zwłaszcza dwu- lub jednopalczastego typu (np. u *Equidae)* (rys. 7 D), u których nastąpiło wyprostowanie odcinków kończynowych, znajdujących się pod stawem łokciowym wzgl. pod stawem kolanowym.

Naskutek powyższego stanu rzeczy, panującego w kośćcu kończynowym, odcinek jego nasadowy jest »nastawiony«, przystosowany do wykonywania ruchów silnych lecz powolnych, natomiast w odcinku palcowym układ kości umożliwia ruchy szybkie i o dużym zasięgu lecz raczej słabe.

Znaczenie kątów natarcia można łatwo zrozumieć analizując wzajemne stosunki kości w kończynie przedniej konia (rys. 7 D).

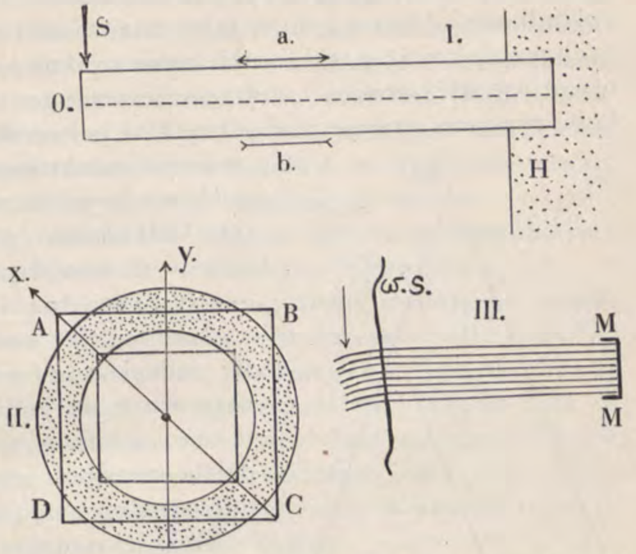
Co się tyczy — t r z o n u *(diaphysis)*, to przeważnie ma on kształt, mniej lub bardziej, prawidłowego walca. Pewne odchylenia od tej postaci, jakie niekiedy obserwujemy dadzą się wytłumaczyć swoistemi warunkami, w których się dana kość znajduje (pochyle ustawienie kości, stały ucisk z jednej strony i t. d.).

D z i ę k i w a l c o w a t a t e j b u d o w i e t r z o n u, j e s t o n r ó w n o m i e r n i e o d p o r n y w e w s z y s t k i c h k i e r u n k a c h n a s i ł y z g i n a j ą c e, co nie miałoby oczywiście miejsca, gdyby przekrój trzonu miał kształt np. prostokąta. W samej rzeczy, jeżeli weźmiemy dwie belki (rys. 8 II), o takiejże samej masie, a z których jedna będzie miała w przekroju kształt kwadratu (A B C D), druga zaś kolistego pola to okaże się, że belka o przekroju kwadratowym wykazywać będzie znacznie większą wytrzymałość na zginanie w kierunku jej krawędzi (w kierunku — x), aniżeli prostopadle do jej boku (w kierunku — y), a przeto wytrzymałość jej w różnych kierunkach będzie bardzo nierównomierna. Zgoła odmiennemi cechami statycznemi jest obdarzone tworzywo o przekroju kolistym. Istotnie, ponieważ wszystkie jego wymiary są sobie równe, a zatem i wytrzymałość we wszystkich kierunkach jest tym razem ściśle jednakowa!

Z powyższego wynika, że nadanie kości kształtu walca, jest niezmiernie dla niej korzystne, staje się ona bowiem tworzywem równomiernie odpornem, co oczywiście, jest nieodzownym warunkiem jej użyteczności, jako narządu wystawionego na b. różnorodne bodźce mechaniczne.

Powierzchnia kości nie jest zazwyczaj zupełnie gładka. Widnieją na niej różnej wielkości i kształtu wyniosłości i wgłębienia, przyczem należy zauważyć, że wyniosłości powstają w miejscach przyłożenia siły ciągnącej, wgłębienia zaś raczej w punktach, w których wywierany jest stały ucisk. Należy zauważyć że wielkość wzniesień kostnych jest zawsze współmierna do natężenia siły ciągnącej.

Wyniosłości mogą posiadać bardzo różnorodne ukształtowania. Jedne z nich mają postać ostrych stożków, są to t. zw. — w y r o s t k i *(processus)*, inne tworzą rodzaj listewek zwanych — g r z e b i e n i a m i *(cristae)* a pozostałe wreszcie przyjmują kształt tępych — g u z k ó w *(tubercula)*, — g u z ó w *(tubera)*, — g u z o w a t o ś c i *(tuberositates)*, — k ł y k c i *(condyli)* i t. p. Wszystkie one są wywołane przyczepami mięśni lub więzadeł stawowych.



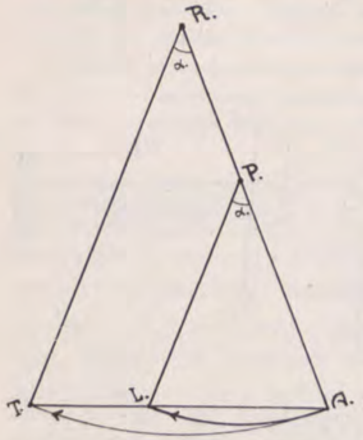
Rys. 8. I. obciążenie wolnego końca belki siłą — S koniec drugi belki jest wmurowany w ścianę — H; 0 — strefa obojętna; a — siły wyciągające; b — siły ściskające. II. Przekrój belki o przekroju kolistym i kwadratowym; III. szereg blaszek Haversa przeszytych włóknem Sharpey'a (W. S). M - M klamra ściskająca końce blaszek.

Stożkowata, a na przekroju podłużnym paraboliczna, budowa większości wyniosłości kostnych, da się wytłumaczyć ich przystosowaniem w kierunku zwiększenia wytrzymałości na siły zginające mięśni. Iż tak jest istotnie, dowodem tego następujące doświadczenie. Na wbity w ścianę gwóźdź zawieszamy ciężar wystarczająco wielki by móc go zgiąć. Otóż, jak się łatwo przekonać, gwóźdź wygnie się zawsze w punkcie jego wejścia w ścianę. W tym to więc miejscu jest jego p u n k t k r y t y c z n y. A teraz gdybyśmy chcieli zwiększyć wytrzymałość owego gwoździa, wystarczyłoby gdybyśmy tejże samej masie żelaza, nadali kształt stożka o podstawie opierającej się o ścianę. Tak więc, i tym razem odgrywa ważną rolę nietylko masa oraz własności użytego materjału, ale również i kształt jaki mu nadamy. I dlatego to zwracamy uwagę w anatomji nietylko na masę i wielkość ale i na k s z t a ł t, który w większości przypadków ma znaczenie wprost rozstrzygające (p. tom I str. 117).

Równie różnorodną jest postać wgłębień kostnych. Posiadają one z tego tytułu b. różnorodne nazwy. Rozróżniamy więc: — d o ł e k

(fovea), dół *(fossa)*, — panewkę *(acetabulum)*, — rowek *(sulcus)*, — wycisk *(impressio)*, — zagłębienie *(excavatio)* i t. p.

Niezależnie od wyniosłości i wgłębień, znajdujemy jeszcze na powierzchni kości jeden, dwa lub nawet większą ilość — otworów odżywczych *(foramina nutritia)*. Są one umieszczone zazwyczaj w części pośrodkowej trzonu i służą jako miejsca wejścia dla naczyń, zdążających wgłąb kości t. j. wkierunku jamie szpikowej. Oprócz wspomnianych otworów odżywczych, widnieją jeszcze gęsto po całej powierzchni kości rozsiane, prawie niedostrzegalne gołem okiem, — otwory Volkmanna, stanowiące punkty wejścia naczyń odżywiających samą tkankę kostną. Otwory Volkmanna prowadzą do krótkich przewodników, komunikujących się z t. zw. — przewodami Haversa (p. niżej).



Rys. 9.

Jako całość, kość może być uważana za rodzaj — dźwigni jednoramiennej, opierającej się jednym ze swych końców o kość sąsiednią, a na którą to dźwignię działa szereg sił reprezentowanych przez odpowiednie mięśnie.

W kości ujętej w ten sposób, niepoślednią rolę odgrywać musi jej — długość, ona to bowiem ostatecznie rozstrzyga o — zakresie ruchów, a przeto pośrednio i o ich — szybkości.

Znaczenie długości kości sprawdzić możemy w sposób następujący. Bierzemy dwie kości: jedną dłuższą — RA i drugą krótszą — PA (rys. 9). Obróćmy teraz obydwie kości o tenże sam kąt — α, a wtedy kość — RA przybierze położenie — RT, kość zaś — PA przyjmie położenie — PL. Z rysunku widać, że droga odbyta przez koniec ruchomy obu kości A jest niejednakowa. Dla kości RA wynosić będzie odległość — AT, dla kości zaś PA odcinek — AL, z czego wynika, iż przyrost drogi równy jest odległości — LT. Z równania $\frac{LT}{AL} = \frac{RP}{AP}$ wynika że $LT = \frac{RP}{AP} \cdot AL$ t. j. przyrost drogi jest wprost proporcjonalny do różnicy w długości między obiema kośćmi.

Tem należy wytłumaczyć, że ssaki obdarzone ruchami szybkiemi (większość Kopytnych), posiadają kończyny wydłużone (np. jeleń), natomiast ssaki o kończynach krótkich (hipopotam!) poruszają się raczej powoli. Człowiek wysoki, a więc obdarzony kończynami dolnemi długiemi, stawia kroki zawsze dłuższe, aniżeli osobnik wzrostu niskiego (kobiety!).

Zasługuje na uwagę, że większość kręgowców lądowych nie należących do ssaków (płazy, gady) wyposażona jest w kości kończynowe krótkie, co może było jedną z przyczyn, która spowodowała, iż w walce o byt zostały ona wyparte przez bardziej sprawne w ruchach ssaki.

Powierzchnię zewnętrzną kości świeżej otacza ze wszystkich stron (za wyjątkiem jej powierzchni stawowych!) cienka błona łącznotkankowa, zwana — okostną *(periosteum)*. Wyposażona jest ona w liczne, drobne naczynia krwionośne kierujące się ku otworom Volkmanna, oraz w liczne włókna nerwowe. Obecności tych ostatnich zawdzięcza okostna swą tak wielką wrażliwość na wszelkie mechaniczne urazy. Pozatem, w warstwie głębokiej okostnej znajdujemy jeszcze — osteoblasty, — osteoklasty oraz liczne włókna klejodajne, przenikające wgląb miąższu kostnego pod nazwą — włókien Sharpey'a.

Znaczenie okostnej jest dwojakie. Z jednej strony stanowi ona błonę odżywiającą tkankę kostną, z drugiej zaś dzięki obecności osteoblastów, wyposażona jest we własności odrodcze, pozwalające na spojenie blizną kostną kości złamanej. Powyższemi własnościami tłumaczy się fakt, iż zdarcie okostnej z większego odcinka kości powoduje zawsze miejscowe obumarcie tkanki kostnej. Odwrotnie, uszkodzenie kości przy zachowaniu okostnej, stanowi pewnego rodzaju rękojmię że ubytek zostanie wypełniony przez nowoutworzoną tkankę kostną.

Celem poznania budowy wewnętrznej kości koniecznem jest wykonanie dwóch przekrojów: jednego podłużnego i drugiego poprzecznego.

Na takich przekrojach stwierdzamy, iż ośrodek trzonu kości długiej zajęty jest przez wydłużoną i rozległą — jamę szpikową *(cavum medullare)* wypełnioną — szpikiem kostnym *(medulla ossium)* (rys. 4). Pragnę już obecnie zaznaczyć, że stosunek czynnościowy tego ostatniego do samej kości jest bardzo luźny, albowiem odgrywa on rolę li tylko narządu krwiotwórczego. Powiedziałbym, że jest to współżycie pod wspólnym dachem dwóch istot wzajemnie sobie obojętnych. Z tego to powodu opis szpiku znajdzie miejsce w rozdziale poświęconym układowi krwionośnemu.

U ptactwa szpik kostny zostaje z niektórych kości (np. kość krucza, k. ramienna, k. udowa i t. d.) doszczętnie wyparty przez t. zw. — komory powietrzne *(cellae)*, wpływające na zmniejszenie wagi kośćca i zapobiegające przegrzaniu ustroju w czasie długotrwałego lotu. Podobna — pneumatyzacja kości występuje i u ssaków, lecz w niektórych tylko kościach czaszki (szczęka, kość czołowa i t. d.).

Jamę szpikową otacza tkanka kostna zwarta, spoista, posiadająca kształt cylindra — istota zbita *(substantia campacta)*. Stanowi ona rodzaj sztywnego pancerza, chroniącego delikatne utkanie szpiku kost-

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA W ...

nego przed wszelkiemi urazami zewnętrznemi. Znaczna grubość istoty zbitej w trzonie, zmniejsza się stopniowo w kierunku nasad, gdzie tworzy już tylko bardzo cienką blaszkę (rys. 5). Wyjątkowo dobrze rozwiniętą istotę zbitą wykazuje kościec Syrenowatych.

Z powyższego wynika że trzon nie posiada budowy walca pełnego, lecz raczej cylindra lub rury, której światło odpowiada jamie szpikowej.

Ażeby zrozumieć przyczynę takiego właśnie ukształtowania kości długiej, należy porównać ją do sztywnej belki, wmurowanej jednym końcem w ścianę (rys. 8, I). Otóż, jeżeli na koniec wolny takiej belki wywierać będziemy nacisk (-s.) dążący do zgięcia jej, to przekonamy się, że podczas gdy warstwa górna belki (a) podlegać będzie — rozciąganiu, warstwa dolna (b) wystawiona będzie na — ściskanie. Stwierdzić to można łatwo na świeżo ułamanej gałązce drzewa. Przy zginaniu jej, w pewnym momencie, ukażą się na powierzchni wypukłej drobne szczeliny, na powierzchni zaś wklęsłej szereg zmarszczek, będących wyrazem ściśnięcia, stłoczenia na uszczuplonej powierzchni istoty korowej. W miarę jednak, jak się zbliżamy do warstwy pośrodkowej belki (0), zarówno siła rozciągania, jak i siła ściskania, stopniowo maleją i wreszcie w samej płaszczyźnie pośrodkowej panuje zupełny spokój (strefa obojętna!). Innemi słowy z trzech warstw belki: górnej, dolnej i środkowej, warstwa górna «pracuje» (przeciwstawia się sile zginającej) drogą rozciągania, warstwa dolna przez ściskanie i nakoniec warstwa pośrodkowa jest zupełnie bezczynna! Układ stosunków nie ulegnie zasadniczej zmianie, o ile belka poddana będzie zginaniu w innym kierunku, z tem zastrzeżeniem oczywiście, iż warstwa która pracowała poprzednio w kierunku przeciwstawienia się siłom rozciągania, obecnie ulegać będzie zgniataniu, warstwa zaś ściskana stanie się warstwą rozciąganą.

Jeżeli tak się rzeczy mają, to czyż nie wygodniej będzie użyć belkę wydrążoną, a więc pozbawioną owej warstwy bezczynnej — strefy obojętnej? Stanie się ona przez to lżejszą i bardziej ekonomiczną, nic zresztą nie tracąc ze swej wytrzymałości? Tem należy wytłumaczyć szerokie zastosowanie w technice budowlanej tworzyw wewnątrz wydrążonych, a więc posiadających postać cylindrów lub rur. Nieinaczej postępuje, bardzo oględny w środkach i bardzo oszczędny w przedsięwzięciach architekturalnych, ustrój żywy który drąży swój materjał budowlany w jego strefie obojętnej jamami szpikowemi i umieszcza w nich narząd tak niewytrzymały na urazy mechaniczne, jakim jest szpik kostny!

Zupełnie podobna konstrukcja, stosowana jest również szeroko

i w świecie roślinnym, czego dowodem są chociażby tak długie, choć cienkie lodygi zbóż (np. sloma), w dodatku obciążone w górze silą zginającą kłosa, a jednak wykazujące wprost nieprawdopodobną wytrzymałość na łamiące działanie wiatru.

Tego rodzaju budowę nazwano — budową *«minimum — maximum»*. Określić ją można jako konstrukcję, która przy najoszczędniejszem zużyciu materjału, wykazuje możliwie najwyższy stopień wytrzymałości, specjalnie w stosunku do sił zginających.

Tak się przedstawia budowa trzonu.

Zupełnie odmienną budowę posiadają nasady kości długich oraz kości krótkie. Tworzy je istota kostna, którą drążą liczne, drobne—jamki szpikowe, *(cellulae medullares)* stanowiące równoważnik jednolitej, rozległej jamy szpikowej trzonu. W stanie świeżym kości, wypełnione są one przez kłaczki szpiku kostnego, zawierającego dużą ilość ciał tłuszczowych, naskutek czego nasady stanowią tak przez ssaki mięsożerne poszukiwany przysmak. Dzięki owym jamkom, tkanka kostna przyjmuje postać — beleczek *(trabeculae osseae)*, nadających nasadzie wygląd misternej siatki lub koronki. W związku z różnym kierunkiem przebiegu owych beleczek możnaby rozróżnić dwa zasadnicze ich typy: — beleczki podłużne albo — osiowe ciągnące się wzdłuż długiej osi kości oraz — beleczki poprzeczne, ustawione prostopadle do poprzednich.



Rys. 10. Dwa przekroje poprzeczne trzonu kości długiej (k. śródręcza konia) wykonane na różnych poziomach. Zwrócić uwagę na rozmieszczenie istoty zbitej i istoty gąbczastej oraz na zgrubienie istoty zbitej (na rysunku prawym) w jednym punkcie, zgrubienie świadczące o samoobronie kości przeciwko układowi łamiącemu sił.

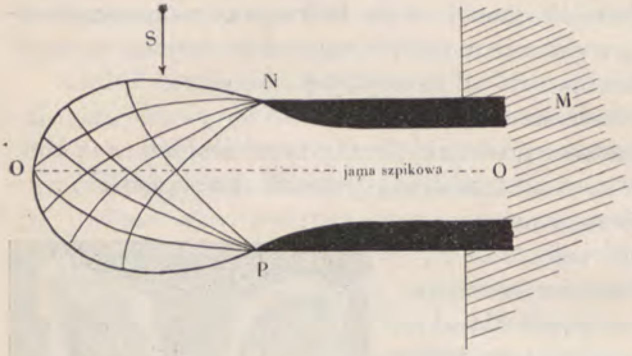
Tak różne od zwartej budowy istoty zbitej trzonu, utkanie beleczkowate nasad, nosi nazwę—istoty gąbczastej *(substantia spongiosa)* (rys. 12).

Według R. Schmidt'a (1899) budowa gąbczasta kości jest zjawiskiem późniejszem, wtórnem, a które poprzedzała zawsze postać zbita. Autor ten sądzi, że u Lądowców pierwotnych kości były pełne i nie posiadały jamy szpikowej, powstanie więc tej ostatniej, byłoby wynikiem przystosowania ustroju do bytowania lądowego. Przeciwko temu mniemaniu przemawia częściowo fakt że właśnie u *Waleniowatych* istota gąbczasta jest wyjątkowo silnie rozwinięta.

Układ beleczek istoty gąbczastej, acz zawiły i chaotyczny na pierwszy rzut oka, w rzeczywistości wykazuje godną uwagi prawidłowość. Zauważył to po raz pierwszy anatom H. Mayer (1867), natomiast

fizyk — Culmann wyjaśnił drogą matematyczną przyczynę tego stanu rzeczy.

Ażeby wniknąć w istotę tego rodzaju budowy, należy uciec się raz jeszcze do doświadczenia! A więc wyobraźmy sobie kość jednym końcem wmurowaną w ścianę, a na koniec drugi której jest wywierany nacisk zmierzający do jej przegięcia (rys. 11). Badając teraz układ sił panujących we wnętrzu kości zauważymy, iż podczas gdy jedne z nich ciągnąć się będą wzdłuż krzywych łukowato wygiętych wdół, inne posiadać będą kierunek wręcz odwrotny.



Rys. 11. Jedna z nasad kości wraz z odcinkiem trzonu, pomyślane jako belka umocowana w ścianie; S—siła; O O—strefa obojętną kości.

Krzywe pierwszego rodzaju nazywamy — krzywemi wyciągania, krzywe zaś o kierunku przeciwnym — krzywemi ściskania. Zasługuje na uwagę, że owe krzywe charakteryzuje układ bardzo prawidłowy, a który wyraża się w tem, że się one wzajemnie krzyżują pod kątem 90^0, płaszczyznę zaś obojętną (0) przecinają pod kątem 45^0. W przestrzeniach położonych między krzywemi nie obserwujemy żadnego napięcia panuje tam zupełny spokój takiż sam, jakiego byliśmy świadkami w strefie obojętnej trzonu. Z powyższego wynika, iż bez żadnego uszczerbku dla wytrzymałości danego tworzywa, możemy usunąć materjał budowlany z przestrzeni nie wykazujących napięcia, a więc «niepracujących» przy zginaniu, pozostawiając go jedynie wzdłuż krzywych wyciągania i ściskania t.j. wzdłuż kierunku linji sił. Budowa tego rodzaju będzie oczywiście lżejsza i o wiele «tańsza».



Rys. 12. Schemat budowy beleczkowatej nasady.

I otóż zasada, którą ujęliśmy uprzednio pod nazwą budowy — *«minimum — maximum»*, znalazła zastosowanie także i w architekturze nasad. Charakterystyczny układ — beleczek statycznych *(trabeculae staticae)* tłumaczy się rozmieszczeniem ich wzdłuż prze-

biegu linji sił. One to jedynie «pracują» drogą przeciwstawiania się sile łamiącej, natomiast przestrzenie objęte stanem spoczynku, w których panuje niczem niezamącony spokój, są wypełnione (podobnie jak to miało miejsce w trzonie) niezmiernie wrażliwym na wszelkie urazy mechaniczne — szpikiem kostnym *(medulla ossium).*

Bardzo przekonywującem potwierdzeniem powyższego ujęcia zagadnienia były doświadczenia przeprowadzone przez *W. Roux* (1895). Otóż, pragnąc zobaczyć czy podobne linje ściskań i wyciągań (»trajektorje«) są istotnie wynikiem zakłócenia stanu równowagi sił w danem ciele, uczony ten przedsięwziął serję badań nad kawałkiem gumy pokrytej cienką warstwą parafiny. Guma ta była poddawana najprzeróżnorodniejszym odkształceniom, przyczem powłoka parafinowa pękała tworząc szczeliny prostopadłe w stosunku do linji ucisku i linji wyciągania naskutek czego po stronie ściskania powstawały wtórne trajektorje ucisku. Przeprowadzając obecnie linje ciągnące się prostopadle w stosunku do owych trajektorji W. Roux otrzymał linje sił zdumiewająco przypominające układ beleczek w kościach.

Z badań E. Zschokke'go wynika, że układy beleczek kostnych są rodowo u poszczególnych gatunków ustalone i że mogą one ulec zmianom dopiero pod wpływem bardzo silnych nieprawidłowych bodźców. Świnie hodowane w tak ciasnych klatkach, że nie były w stanie tam się poruszać, wyprowadzone nagle na wolność zachowywały się zupełnie podobnie jak osobnicy hodowani w warunkach prawidłowych. Co więcej, kości ich posiadały budowę nieodbiegającą od typu zwykłego a beleczki kostne miały takiż sam przebieg i kierunek jaki charakteryzuje przeciętnych przedstawicieli tego gatunku!

Swoisty układ cząsteczek organicznych układających się zawsze wzdłuż kierunku działających na nie sił, możemy objaśnić w sposób następujący. Wyobraźmy sobie odcinek kości okrytej okostną na końce której działa wiązka sił stałych. Część pośrodkową kości pozostawiamy w zupełnym spoczynku. A jeżeli teraz natężenie owych sił będziemy stopniować, to spostrzeżemy, iż wówczas gdy będą one zbyt wielkie, działalność kościotwórcza okostnej zostanie doszczętnie zahamowana a nawet może dojść do miejscowego zaniku kości. Jeżeli jednak osiągną one pewne *optimum,* to wtedy okaże się, że przemiana materji okostnej na tyle się wzmoże, iż pocznie ona odkładać nowe cząstki tkanki kostnej. Wnoszą się one prostopadle do powierzchni kości a równolegle do kierunku działających sił. Po pewnym czasie, wznosić się będą w tych miejscach wyniosłości, przedzielone głęboką wpadliną, odpowiadającą miejscu nie poddawanemu działaniu bodźców mechanicznych. Stanowi ona (owa wpadlina) — obszar mechanicznie martwy w przeciwieństwie do — obszarów mechanicznie czynnych, które utworzyły wzniesienia.

Układ beleczek zależy, oczywiście, od kierunku działających sił, a więc od ustawienia samej kości, od wagi ciała, od składowej stawowej, od siły skurczów mięśniowych i t. p. jest przeto różny w poszczególnych kościach i u różnych ssaków. Tak więc np. położenie be-

leczek w jakichkolwiek kościach kończyny przedniej ssaka czworonożnego jest inne aniżeli u istoty dwunożnej (np. u człowieka) u której statyka kończyny przedniej jest tak odmienna. Zawdzięczając tym stosunkom jesteśmy w stanie, nawet na podstawie niewielkiego ułamka nasady, odtworzyć prawdopodobny układ sił panujący w całej kości, a więc poniekąd i ustalić postawę całego ssaka!

Zestawiając teraz główne wytyczne budowy trzonu i nasad, przychodzimy do wniosku, że zarówno trzon jak i nasady wykazują specjalne przystosowanie w kierunku odporności na siły zginające. Ale wszak wiemy, iż kość jako całość jest również wytrzymała i w stosunku do innych sił odkształcających. Jest przecież twarda, trudno się daje rozerwać i wreszcie obdarzona jest, choć w stopniu nikłym, własnością — s p r ę ż y s t o ś c i!

Powyższe cechy kość zawdzięcza swemu składowi chemicznemu, o czem się łatwo przekonać, na podstawie dwóch prostych doświadczeń! Weźmy dwie świeże kości, z których jedną poddajmy przez dłuższy okres czasu działaniu roztworu kwasu azotowego, drugą zaś wypalmy w płomieniu. I otóż, w pierwszym wypadku stwierdzimy że kwas, usuwając doszczętnie składniki mineralne, spowoduje iż kość choć zachowa swoją wielkość i kształt pierwotny stanie się jednak jak guma miękka i sprężysta, z czego wnosimy, iż twardość swą zawdzięcza ona solom mineralnym, które rozpuściły się w kwasie. Kość wypalona, a więc pozbawiona składników organicznych, wykazywać będzie własności zupełnie odmienne: choć nadal będzie twarda, lecz stanie się jednocześnie jak próchno krucha i łamliwa. Stąd wniosek prosty: z dwóch składników tkanki kostnej — istoty mineralnej i — organicznej tej ostatniej właśnie przypada rola zapewnienia niezbędnej spoistości i sprężystości.

Znaczenie sprężystości bywa zazwyczaj niedoceniane. A jednak gdyby jakiekolwiek ciało było doskonale sztywne, to wszak nie oparłoby się ono wówczas nawet drobnym wstrząsom. W samej rzeczy, przypuśćmy, iż pewne ciało sprężyste (niech to będzie np. kość) o masie — m spada z pewnej wysokości na powierzchnię idealnie sztywną. Siła żywa $\frac{mv^2}{2}$ którą będzie obdarzone owe ciało przeistoczy się w chwili zderzenia w pracę odkształcającą według równania $f. l = \frac{m(v^2 - v_o^2)}{2}$ w którem — l oznacza wielkość odkształcenia ciała, — f wartość siły, a — v szybkość. Analizując to równanie przychodzimy do wniosku, iż w miarę tego jak wartość odkształcenia — l będzie maleć, wielkość siły będzie wzrastała, a przy $l = 0$ wielkość — f stanie się nieskończenie duża...

Jasnem jest że w tych warunkach (f = nieskończoność), żadne ciało nie byłoby w stanie przeciwstawić swą spoistość tak wielkiej sile kruszącej i że wobec tego rozpadłoby się na najdrobniejsze cząstki. Z powyższego wynika, iż jeżeli kość rzucona nawet ze stosunkowo znacznej wysokości nie ulega rozdrobnieniu, to głównie dlatego, że jest wyposażona w pewien stopień sprężystości, której współczynnik (dla kości świeżej) wynosi 1819-2719 gr. na 1 mm^2 (Wertheim).

Oczywiście iż w praktyce zarówno ciało spadające jak i powierzchnia z którą się ono zderza, są jedno jak i drugie w mniejszym lub większym stopniu sprężyste, a więc współdziałają razem w niweczeniu siły wstrząsu, tem niemniej jest rzeczą zrozumiałą, iż ustroje żywe posiadać muszą tego rodzaju budowę, która nie potrzebowałaby się liczyć nadmiernie z własnościami ciał obcych. Innemi słowy, ustrój musi mieć wystarczająco wielką własną sprężystość, by móc oprzeć się skutecznie siłom żywym ciał obcych różnych środowisk.

Analizując własności fizyczne ssaków żywych musimy dojść do przekonania, że obdarzone są one znacznie większą sprężystością, aniżeli tą, którą zawdzięczałyby jedynie swemu rusztowaniu kostnemu. Wszak jeżeli pomyślimy że np. u człowieka, spadającego z wysokości jednego metra na wyprostowane kończyny dolne, więzadło nadkolcowe wystawione jest na siłę wyciągającą wynoszącą przeszło 400 kg. (A. Broca), to wszak sile tej nie byłyby w stanie oprzeć się wyrostki kolczyste jego kręgosłupa! Jeżeli jednak współczynnik sprężystości całego ustroju jest większy aniżeli jego tkanki kostnej, to ma to miejsce głównie dlatego, iż wyposażony jest on w znaczną ilość tkanki chrząstkowej i że w budowie kończyn wykazuje szereg załamań, upodabniających je do sprężyn. Istotnie, wystarczy rzucić okiem na kościec jakiegokolwiek ssaka by się z łatwością przekonać, że łańcuchy kostne: łopatka—kość ramienna—kości podramienia, oraz: miednica—kość udowa—kości goleni, są uszeregowane nie wzdłuż jednej prostej, lecz że wykazują kątowe załamania (tom I rys. 6 i 34). Tem należy wytłumaczyć, że ssaki skaczące (np. Gryzonie, Kotowate) mają kończyny więcej ugięte, aniżeli ssaki biegające (np. koń) i że człowiek przygotowywujący się do skoku instynktownie nadaje swym wyprostowanym kończynom dolnym postać ugiętą, przypominającą kształt sprężyny.

Skutki nieprawidłowego składu chemicznego kości dają się zaobserwować bezpośrednio u istot żywych a mianowicie w przebiegu zaburzeń na tle przemiany materji. A więc, w przypadkach chorobliwej demineralizacji ustroju, naskutek braku witaminy—D (krzywica, osteomalacja), kości wyginają się pod naciskiem ciężaru ciała i ulegają charakterystycznym odkształceniom, natomiast przy zmniejszeniu składników organicznych (występującem dość często u osob-

ników w starszym wieku), kościec staje się mało odporny na wszelkie urazy, a przeto jest nadmiernie łamliwy.

Wynika to jasno z badań Wertheim'a nad stopniem wytrzymałości kości na ciągnienie u człowieka. Otóż, okazuje się że u osobników starszych kość pęka pod ciężarem znacznie mniejszym aniżeli u osób w wieku dojrzałym jak to widać z podanych obliczeń:

wytrzymałość u dorosłego wynosi	. . . .	9 — 12 kg. na 1 mm^2
„ u starca „	. . . .	6 — 7 kg. na 1 mm^2

Przechodząc zkolei do analizy jakościowej okazuje się, że według Paton'a i Boyd'a (1920) skład chemiczny prawidłowej kości jest następujący:

składniki organiczne
(głównie kolagen) — 35%
składniki nieorganiczne — 65%
w tem fosforan wapnia — 51%
węglan wapnia — 11%
fluorek wapnia — 0,2%
fosforan magnezu — 1,0%
sole sodu — 1,0%.

Z analizy tej wynika że główne składnikami mineralnemi są sole wapnia (66,2%), a najczęstszą ich postacią jest sól fosforowa — hydroksylapatyt $Ca_{10} (PO_4)_6 (OH)_2$.

Znaczenie statyczne składników mineralnych wypływa jasno ze spostrzeżenia że kości pozbawione prawidłowego obciążenia podlegają w bardzo szybkim czasie odwapnieniu.

Zasługuje również na uwagę zbliżona zawartość powyższych soli u różnych kręgowców, na co wskazuje poniższe zestawienie (Gabriel — 1884):

	człowiek	bydło	gęś
CaO.	51,31%	51,28%	51,01%
MgO.	0,77%	1,05%	1,27%
K_2O.	0,32%	0,18%	0,19%
Na_2O.	1,04%	1,09%	1,11%
H_2O.	2,46%	2,33%	3,05%
P_2O_5.	36,65%	37,46%	38,19%
CO_2.	5,86%	5,06%	4,11%
Cl.	0,01%	0,04%	0,06%

Należy przypuszczać, że ścisłe badania przeprowadzone na znacz-

niejszym materjale zwierzęcym, wykazywałyby pewne różnice w składzie chemicznym kości u poszczególnych gatunków ssaków.

Taką jest budowa makroskopowa kości, a teraz kilka słów wstępnych z zakresu anatomji drobnowidowej.

3. Budowa drobnowidowa kości. Za punkt wyjścia przy zapoznawaniu się z budową drobnowidową tkanki kostnej służyć winny drobne, o średnicy 20 - 200 μμ, przewody naczyniowe, ciągnące się wzdłuż długiej osi kości. Noszą one nazwę — przewodów Haversa (rys. 13), a na przekroju poprzecznym widnieją pod postacią okrągłych otworów wypełnionych naczyniami krwionośnemi. Przewody Haversa rozpoczynają się na powierzchni zewnętrznej kości wspomnianemi poprzednio otworami Volkmanna, służęcemi jako miejsce wejścia naczyń odżywiających tkankę kostną. Aczkolwiek przewody Haversa ciągną się głównie w kierunku podłużnym, to jednak od czasu do czasu łączą je odgałęzienia poprzeczne, naskutek czego, cała kość jest bogato i we wszystkich kierunkach skanalizowana.

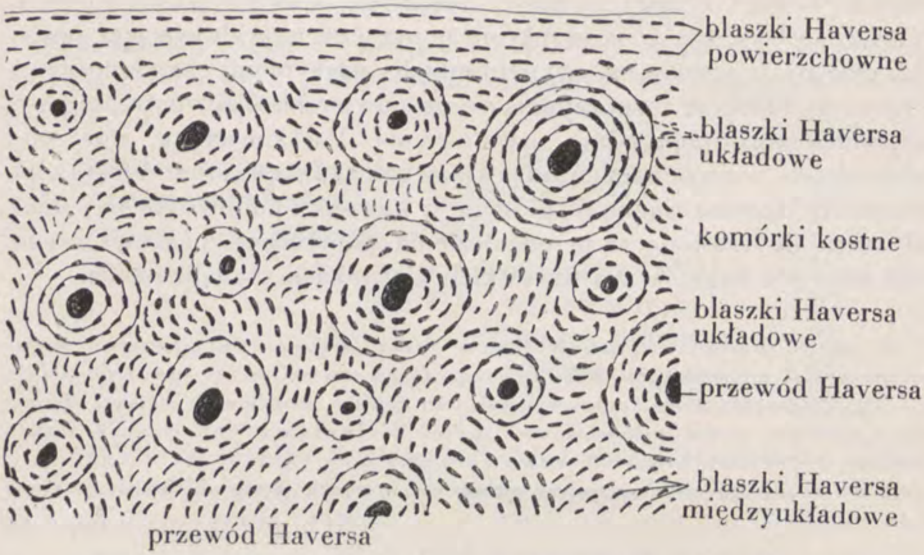
W rzadkich przypadkach przewody Haversa ulegają patologicznemu przewężeniu nadając kościom wygląd przypominający »kość« słoniową. Objaw ten nosi nazwę — pachyostosis (rys. 28). Zagęszczenia tkanki kostnej występują jako zjawisko prawidłowe u *Halicore dugong* oraz u niektórych postaci wykopaliskowych zpośród Waleniowatych (np. u ✝ *Pachyacanthus*, u ✝ *Cetotherium)*, i u Syrenowatych.

F. Nopcsa dopatruje się przyczyny pachyostozy w zmianie bytowania lądowego na tryb życia wodny.

Dookoła każdego z owych przewodów widnieje pewna ilość współśrodkowo ułożonych kolistych pasemek, przedstawiających przekrój poprzeczny t. zw. — blaszek Haversa (rys. 13). Analiza szczegółowa wykazała, iż każda z owych blaszek ma kształt długiego cylindra obejmującego, bezpośrednio lub za pośrednictwem innych blaszek, światło przewodu Haversa. Z powyższego wypływa że układ Haversa utworzony jest przez szereg wteleskopowanych jedna w drugą cylindrycznych blaszek, towarzyszących całemu przebiegowi przewodu Haversa (rys. 14).

Przewód Haversa, wraz z należącym doń całym układem blaszek, nosi nazwę — osteonu (rys. 14) i winien być uważany za rodzaj jednostki podstawowej, biorącej udział w budowie każdej kości. W świetle owego faktu kość jako całość nie jest niczem innem, jak jednym wielkim zespołem ogromnej ilości osteonów ciągnących się wzdłuż długiej osi kości i ułożonych do siebie równolegle, nakształt pojedyńczych słomek w wiązce słomy.

A teraz, biorąc pod uwagę cylindryczną postać, zarówno każdej blaszki zosobna, jak i całego osteonu, stwierdzamy, że i tym razem mamy do czynienia ze swoistem przystosowaniem tkanki kostnej, z przystosowaniem, które każe drążyć wnętrze, równomiernie odpornego we wszystkich kierunkach walca, jamą przez co nabiera on postać lekkiej lecz bardzo wytrzymałej rury. Powtarza się tutaj więc ten sam ogólny plan budowy, którego byliśmy świadkami przy rozpatrywaniu ukształtowania makroskopowego kości.

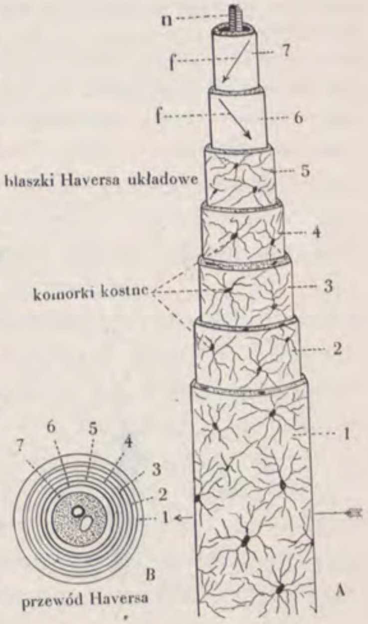


Rys. 13. Schemat układu blaszek Haversa widziany na drobnym wycinku istoty zbitej trzonu kostnego.

Wytrzymałość całego osteonu mogłaby być wystawiona na poważne niebezpieczeństwo, gdyby nie obecność — włókien Sharpey'a, odchodzących od okostnej, a które na podobieństwo nici przeszywają nawskroś każdy układ Haversa (rys. 8. III). Nic lepiej, aniżeli proste doświadczenie z talją kart, nie wyjaśni znaczenia owych włókien. Otóż, jeżeli przytrzymując jedną ręką talję, drugą będziemy usiłowali wygiąć ją, to okaże się iż karty wnet ulegną wzajemnemu przesunięciu. Jeżeli jednak w talji uczynimy otwór przeszywający ją nawskroś i przesuniemy przezeń nitkę, to wtedy zsuwanie się kart nie będzie miało więcej miejsca. Nieinaczej się sprawa przedstawia i w osteonie. Badając znaczenie włókien Sharpey'a przekonano się że one to właśnie są owemi nićmi które wiążą poszczególne blaszki Haversa w jedną całość i zapobiegają przesuwaniu się ich w przypadku, gdy na kość działa siła zginająca.

Oprócz właściwych układów Haversa, a więc tych, które położone są wokół przewodów Haversa, stwierdzamy ponadto na przekroju obecność t. zw. — blaszek międzyukładowych, (rys. 13) rozmieszczonych w przestrzeniach oddzielających układy właściwe i które nie są wyposażone w przewód własny. Uważać je należy za pozostałości dawnych, typowych układów, które naskutek przekształceń wtórnych, dokonywujących się w ciągu życia tak często w łonie kości, uległy częściowemu zniszczeniu.

Bez względu na pochodzenie, każda blaszka Haversa składa się z pewnej ilości rzędem rozmieszczonych komórek — komórek kostnych, oraz z istoty międzykomórkowej je przedzielającej. Komórki kostne cechuje obecność licznych i cienkich wypustek zespalających się z podobnemi wypustkami komórek sąsiednich, dzięki czemu mają one postać pająkowatych tworów (rys. 15). W skład istoty międzykomórkowej wchodzą b. liczne, lecz cienkie włókienka klejodajne oraz sole mineralne na nich osadzone.



Rys. 14. Schemat budowy osteonu: A. osteon wyosobniony widziany zboku; B. osteon widziany na przekroju poprzecznym. Na obu rysunkach przedstawiono po siedem blaszek.

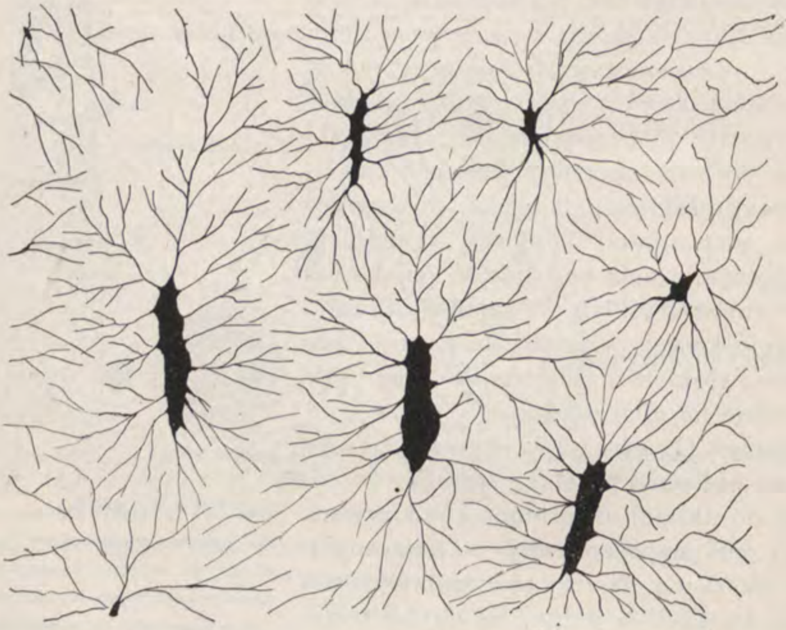
Z badań Gebhardt'a wynika, że owe włókna posiadają przebieg spiralny w stosunku do długiej osi osteonu i że kierunek spirali jest naprzemienny w poszczególnych blaszkach. Należy to rozumieć w ten sposób że jeżeli w jednej, na chybił trafił, wziętej blaszce włókna kierują się naprzykład z prawa na lewo, to w blaszkach przylegających ciągną się one z lewa na prawo. Tego rodzaju układ włókien dowodzi, że kość jako całość, wykazuje też pewne przystosowanie i na siły skręcające (A Gurwitsch, 1913).

Jak już była wzmianka, w świetle każdego przewodu Haversa widnieją drobne naczynia krwionośne, służące do odżywiania komórek kostnych.

Badania lat ostatnich wniosły dużo światła w sprawę znaczenia taksonomicznego układów Haversa. Otóż, Demeter i Mátyás (1928—1929) wykazali że budowa oraz rozmieszczenie owych układów nie są w obrębie gromady ssaków stałe, więcej, że układy Haversa wykazują zupełnie wyraźną ewolucję od postaci najpierwotniejszych występujących np. u gadów *(Iguana tuberculata)* do form bardzo złożonych, charakteryzujących niektóre zespoły ssaków. Jest rzeczą

wielce prawdopodobną że początkowo kości były zbudowane jedynie z blaszek Haversa powierzchownych i że dopiero później na drodze bardzo zawiłej, zaczęły się ukazywać i odgrywać coraz donioślejszą rolę blaszki Haversa układowe (rys. 13).

Wymienieni badacze stwierdzili dalej znaczne różnice w charakterze układów u poszczególnych rzędów a nawet gatunków ssaków. Tak więc np. wśród Kopytnych — Nieparzystokopytne posiadają odmienną budowę kości aniżeli — Parzystokopytne, co pozwala Mátyás'owi wyrazić przypuszczenie że może na tej drodze dadzą się w przyszłości wykryć związki genetyczne między poszczególnemi gatunkami. Trudno jest również przejść do porządku dziennego nad stwierdzeniem że i w obrębie rozwoju osobniczego zachodzą pewne zmiany w typie budowy układów Haversa. A więc, zanim Kopytne osiągną charakterystyczną dla nich budowę kości, wykazują w trakcie rozwoju osobniczego wszystkie cechy które znamionują Mięsożerne!



Rys. 15. Sześć komórek kostnych z ich wypustkami, widzianych w dużem powiększeniu.

4. Budowa drobnowidowa chrząstki i jej własności. Drugi niemniej ważny składnik kośćca — chrząstka *(cartilago)*, występuje u osobników dorosłych tylko w nielicznych punktach ustroju (chrząstki stawowe, chrząstki międzykręgowe, żebra chrząstkowe, rusztowanie chrząstkowe krtani i t. d.), atoli u osobników młodych jest ona częstem zjawiskiem (chrząstki nasadowe), a we wczesnych okresach rozwoju osobniczego jest jedyną postacią, pod którą tkanka łączna sprawuje swe ważne zadanie podtrzymywania tkanek, nie posiadających wystarczającego stopnia własnej sztywności. Na przestrzeni więc całego rozwoju ssaka jesteśmy świadkami stopniowego wypierania tkanki chrząstkowej przez odporniejszą na ucisk ale mniej sprężystą tkankę kostną!

Analiza własności mechanicznych chrząstki wykazuje, iż odznacza się ona wysokim współczynnikiem — sprężystości która, jak widzieliśmy, odgrywa niepoślednią rolę w niweczeniu wszelkich, tak zgubnych dla ustroju, wstrząsów. Pozatem odznacza się ona dużą odpornością, co tłumaczy nam, że zachowuje się w stanie niezmienionym poprzez ciąg całego życia w tych wszystkich punktach ustroju, które w związku z ich fizjologicznem zadaniem, są ustawicznie narażone na zgięcia, skręty (np. w żebrach chrząstkowych) i na nierównomierny, lecz ciągły ucisk (np. w chrząstkach stawowych).

Zwróciłem już uprzednio uwagę na doniosły fakt, iż nietylko w rozwoju osobniczym, ale również i w rozwoju rodowym, tkanka chrząstkowa jest tworem pierwotniejszym aniżeli tkanka kostna jakoże odpowiada ona warunkom środowiska wodnego lepiej, aniżeli tkanka kostna ściśle związana raczej z bytowaniem lądowem.

Skrawek chrząstki oglądanej przez mikroskop wykazuje budowę następującą. W łonie napozór jednolitej — istoty międzykomórkowej, złożonej z ciał białkowych (chondryna i t. p.), widnieją rozproszone pęcherzykowate, a więc zaokrąglone, — komórki chrząstkowe. Każda z nich otoczona jest zwartą masą otoczki zwanej — torebką komórkową. Stwierdzamy dalej całkowity brak naczyń krwionośnych, z czego należy wnosić, że odżywianie tkanki chrząstkowej odbywa się jedynie drogą naczyń chłonnych, przenikających z błony odżywczej otaczającej chrząstkę, zwanej — ochrzęstną *(perichondrium)*.

Ściślejsze badanie wykazuje, iż w skład istoty międzykomórkowej poza elementem bezpostaciowym, występować mogą włókna klejodajne i włókna sprężyste, od czego zależą, oczywiście, własności fizyczne chrząstki.

Na podstawie różnej zawartości owych włókien, wyróżniono następujące zasadnicze typy tkanki chrząstkowej: — tkankę chrząstkową szklistą,—tkankę chrząstkową włóknistą, oraz—tkankę chrząstkową sprężystą. Należy zaznaczyć, że zarówno układ samych komórek jak i włókien, a zwłaszcza włókien klejodajnych, zależy w pierwszym rzędzie od kierunku i charakteru sił, na działanie których wystawiona jest dana chrząstka.

Najczęściej komórki są od siebie oddzielone grubemi ścianami istoty międzykomórkowej, w okresie jednak, kiedy chrząstka przygotowywuje się do ustąpienia na korzyść tkanki kostnej ilość komórek wzrasta co powoduje niekiedy (np. w chrząstkach nasadowych) nawet b. znaczne zcienienie przegród międzykomórkowych.

5. Technika przygotowywania okazów kostnych. Ze względu na to, iż jedynym kluczem do opanowania osteologji (jak i innych zresztą działów anatomji!) jest bezpośrednie zetknięcie się z rzeczywistością, bliskie współżycie z badanym objektem, którym w. danym przypadku jest materjał kostny, uważam więc za pożądane podanie na tem miejscu głównych wytycznych techniki sporządzania zbiorów osteologicznych. Nie chcąc przeciążać niniejszego rozdziału nieistotnemi szczegółami, ograniczę się do treściwych wskazówek, całkowicie wystarczających do otrzymania dobrych wyników. Zwłaszcza że o powodzeniu, w znacznym stopniu) decyduje osobiste doświadczenie, które zdobywa się dopiero po kilku, zwykle nieudanych, próbach.

Dobór materjału. Za najodpowiedniejszy materjał do sporządzania zbiorów kostnych należy uważać okazy świeże (a więc zaraz po śmierci), możliwie chude, niezbyt młode i niezbyt stare, albowiem uprzednie utrwalenie zwłok (zwłaszcza za pośrednictwem formaliny), niezmiernie utrudnia, a często nawet uniemożliwia dostateczne odtłuszczenie kości. Korzystanie z okazów młodych naraża na rozsypanie się kości długich na trzon i nasady, kości zaś osobników starych są kruche a szwy czaszki zatarte co zmniejsza ich wartość dydaktyczną. Najodpowiedniejszą porą roku do robienia zbiorów jest niewątpliwie okres letni, w którym natężenie spraw gnilnych jest ze względu na wysoką ciepłotę wielkie, a ponadto iż w okresie tym daje się wykorzystać promienie świetlne, jako energiczny środek utleniający (bielenie kości).

Zabiegi przygotowawcze. Okaz przeznaczony do zbiorów osteologicznych, zaraz po śmierci, możliwie dokładnie obezkrwawiamy (przez otworzenie naczyń i masowanie całego ciała), poczem usuwamy skórę, trzewa i mięśnie. Oskrobywać kości nie należy!

Jeżeli mamy do czynienia z preparatami konia, to niezbędnem jest usunięcie podków i gwoździ, albowiem pozostawienie ich może wywołać nieusuwalne zabarwienie kości solami żelaza.

Zabiegi zasadnicze. Istotą wszystkich dalszych zabiegów jest:

1) pozbawienie kości nadmiaru składników organicznych a przedewszystkiem tłuszczu (odtłuszczanie!), oraz

2) nadanie im estetycznego wyglądu (bielenie!).

Odtłuszczanie przeprowadzić możemy trojakiemi czynnikami: — biologicznemi t. j. za pośrednictwem drobnoustrojów gnilnych (maceracja), — fizykalnemi przez wygotowywanie i wreszcie — chemicznemi przy pomocy środków rozpuszczających (benzyna, eter), wzgl. zmydlających tłuszcze (ług sodowy). Z powyższych metod za najodpowiedniejszą uważam macerację, wygotowywanie i benzynowanie, natomiast nie radziłbym używać eteru (środek drogi i niebezpieczny!) i ługu względnie innych zasad (kości stają się zbyt kruche!).

Bielenie ma na celu pozbawienie kości ich żółtawego zabarwienia i obezwonnienie, jest to więc zabieg o charakterze powiedziałbym raczej »kosmetycznym«. Najpowszechniej stosowanemi środkami wybielającemi są promienie słoneczne i woda utleniona (wzgl. 3% roczyn peroxydu), przyczem tej ostatniej używamy głównie przy bieleniu preparatów niewielkich (znaczny koszt!).

Mając powyższe na uwadze, technikę postępowania uzależniamy w głównej mierze od—wielkości preparatu z którym mamy do czynienia.

Okaz duży (koń, krowa, jeleń i t. d.). Przy sporządzaniu zbiorów ssaków dużych, najwłaściwszem jest stosowanie maceracji i bielenia na słońcu. Wprawdzie jest to metoda dłuższa aniżeli inne, które możnaby zastosować, jest jednak znacznie oszczędniejsza i daje zupełnie dobre wyniki. Sposób postępowania przedstawia się następująco: po oczyszczeniu zgrubsza kości z części miękkich, wkładamy je do naczynia napełnionego wodą. Celem przyśpieszenia spraw gnilnych poleca się stosowanie naczynia które już było kiedyś w użyciu przy maceracji (wielka ilość drobnoustrojów gnilnych), oraz podtrzymywanie stałej ciepłoty wody, co uskuteczniamy przez wystawienie naczynia na słońce (latem!), lub przez podgrzewanie palnikiem gazowym

(zimą!). Cieplota wody nie powinna przekraczać 36^0. Dłuższe oziębienie naczynia zawierającego kości, powoduje zahamowanie spraw gnilnych, które niezawsze daje się usunąć przy późniejszem stworzeniu warunków korzystnych. Wody nie należy zmieniać!

Czas maceracji waha się od 10 — 40 dni.

Odtłuszczanie można uważać za skończone, gdy stwierdzimy że z kości odpadły części miękkie (chrząstki stawowe, mięśnie, więzadła), że stały się one lekkie i że z ich otworów odżywczych wycieka woda. Bielenie przeprowadzamy przez wystawienie wilgotnych kości na dłuższe działanie słońca.

Okazy małe: (pies, koza, kot i t. p.) odtłuszczamy przy pomocy gotowania, bielimy zaś wodą utlenioną. Technika postępowania składa się z następujących kolejnych zabiegów:

1) usunięcie mięśni i większych więzadeł;
2) wygotowywanie kości które w zależności od wielkości preparatu, waha się od 30 — 120 minut;
3) oczyszczenie powierzchni kości przez nacieranie ich szczotką ryżową;
4) dokładne wysuszenie;
5) zanurzenie do naczynia wypełnionego benzyną (naczynie hermetycznie zamknąć!). Najlepsze wyniki otrzymuje się stosując pary benzynowe w specjalnym, elektrycznie podgrzewanym przyrządzie, zwanym »benzyniarką.« Benzynowanie kości trwa od 6 — 48 godzin;
6) dokładne wysuszenie kości;
7) zanurzenie w wodzie utlenionej na przeciąg 6 — 12 godzin.

Po wysuszeniu kości powinny być zupełnie białe i lekkie. Przebenzynowanie wzgl. nadmierne utlenienie powoduje, iż kości stają się zbyt kruche, a więc nadmiernie łamliwe.

Okazy drobne: (wiewiórka, kret i t. p.). Przy sporządzaniu preparatów ze ssaków drobnych, przedewszystkiem uważamy na to by nie uszkodzić wiązadeł i chrząstek utrzymujących kościec w całości. W tym celu okazy drobne gotujemy b. krótko (5 - 10 m.), oczyszczamy kości z mięśni poczem suszymy je. Odtłuszczanie przeprowadzamy za pomocą benzynowania, preparat jeszcze raz suszymy i wreszcie bielimy wodą utlenioną.

Wszelkie przepiłowywanie czaszki a zwłaszcza jej części nosowej, poleca się wykonywać na materjale świeżym, a dopiero później można przystąpić do maceracji.

Czaszki przeznaczone do rozbierania na poszczególne składniki należy brać tylko z osobników młodych a nawet z płodów. Celem otrzymania okazów udanych, poleca się dopilnowywanie każdej z faz technicznych, albowiem podobnie jak z otrzymywaniem klisz fotograficznych, zawsze przetrzymanie jak i niedotrzymanie w wywoływaczu odbija się niekorzystnie na obrazie. Nietyle więc odgrywa tutaj rolę ta albo inna metoda ile raczej dokładność i doświadczenie badacza oparte na bogatym materjale.

B. UKŁAD STAWOWY.
(Articulationes).

Pod nazwą — stawów *(articulationes)*, rozumiemy zespół tkanek, biorących udział w zapewnieniu połączenia między stykającemi się ze sobą kośćmi.

Nauka, która bada rozwój stawów, ich budowę oraz współzależność między budową i mechaniką ruchów nosi nazwę — arthrologji. Stanowi ona jedną z najbardziej pociągających gałęzi anatomji albowiem tworzy rodzaj pomostu między właściwą anatomją i fizjologją wzgl. biomechaniką.

1. Rozwój rodowy stawów (arthrogenetyka). Wnikając w przyczynę powstawania stawów, przychodzimy do wniosku, że stanowią one rozwiązanie nader ważnego zadania, które polega na umożliwieniu ruchów między poszczególnemi kośćmi przy zachowaniu ciągłości ich połączenia.

W związku z odmiennemi warunkami bytowania różnych kręgowców, ruchy przez nie wykonywane są bardzo różnorodne, co oczywiście nie mogło pozostać bez wpływu na ukształtowanie stawów. A więc, jeżeli dla przykładu, porównamy budowę połączenia między czaszką i kręgosłupem u ryb i u jakiegokolwiek ssaka (lądowego!) wtedy okaże się, że połączenie to u ryb jest nieomal nieruchome, natomiast już u płazów i u gadów, a wreszcie u ssaków rozwija w tem miejscu swoisty i bardzo złożony układ stawów, umożliwiający duży i urozmaicony zakres ruchów. Owe różnice dadzą się wytłumaczyć różnem przystosowaniem ustroju do odmiennych własności otoczenia: znaczny opór środowiska wodnego, w którem poruszają się ryby sprawił, że staw czaszkowokręgosłupowy uległ usztywnieniu, przezco oczywiście, zwiększyła się zdolność prucia wody oraz szybkość przemieszczalności. Ssaki jako istoty zamieszkujące środowisko, niestawiające większego oporu, były w stanie uruchomić głowę, co wpłynęło wybitnie na przyśpieszenie mechanizmu nastawiania narządów zmysłów na działanie podniet dochodzących ze świata zewnętrznego, na technikę pobierania pokarmu i wreszcie na środki samoobrony. Powyższy przykład wyjaśnia w posób wystarczający, jak ścisły związek łączy tryb życia kręgowca z budową stawów.

Uwzględnienie owego związku, pozwala anatomowi na podstawie gruntownej analizy niektórych stawów, przewidzieć nietylko rodzaj ruchów jakie w nich zachodzą, ale nawet wyrazić przypuszczenie o trybie życia nieznanego mu bliżej kręgowca.

Cóż więc jest w ustroju tym czynnikiem kształtotwórczym, nadającym taką a nie inną postać danemu stawowi? Otóż, ostatnie badania wykazały z całą pewnością, iż z dwóch narządów ruchu, jakiemi są z jednej strony — kości i — stawy (narządy bierne), a z drugiej strony — mięśnie (narządy czynne), tylko te ostatnie należy uważać za narządy, kształtujące nietylko stawy ale i kości same! Jeżeli się jednak weźmie pod uwagę, że wszelkie ruchy spowodowane skurczami mięśni, są pod bezpośrednim nadzorem układu nerwowego, ten zaś pozostaje w ścisłym związku z warunkami bytowania ssaka, to z powyższego wynika, że ostatecznym czynnikiem, wpływającym na budowę stawu, jest jednak sam tryb życia danej istoty. Owa współzależność nerwowo-mięśniowo-stawowa znajduje potwierdzenie nietylko w obrębie anatomji porównawczej ale i w licznych przypadkach zaczerpnię-

tych z dziedziny schorzeń, zarówno układu nerwowego jak i układu mięśniowego. A więc np. naskutek zwyrodnienia szlaków nerwowych rdzenia, przewodzących czucie głębokie, w cierpieniu zwanem — *tabes dorsalis*, dają się zawsze stwierdzić bardzo poważne zmiany w stanie stawów, zmiany prowadzące między innemi do częstych zwichnięć.

Pod tym to więc kątem widzenia będziemy przystępować do zaznajamiania się z budową stawów.

Pragnę jeszcze zaznaczyć, iż stopień ruchomości stawów, wiążący się tak ściśle z zakresem wykonywanych ruchów, nie jest u wszystkich kręgowców jednakowy. Tak więc u form zwierzęcych wyższych, a przedewszystkiem u ssaków przystosowanych do bytowania nadrzewnego (Naczelne), ruchomość stawów jest bardzo znaczna i wielce urozmaicona, natomiast u ssaków wyspecjalizowanych w chodzie i w szybkim biegu (np. Kopytne), jest ona w mniejszym lub w większym stopniu ograniczona (p. niżej).

Wiąże się to ściśle z poglądem Tornier'a, Lubosch'a i R. Fick'a według których duży zakres i różnokierunkowość ruchów stawów jest stałą cechą stawów pierwotnych, w stawach bowiem zróżnicowanych ruchomość jest zawsze ściśle ograniczona do kilku najważniejszych postaci.

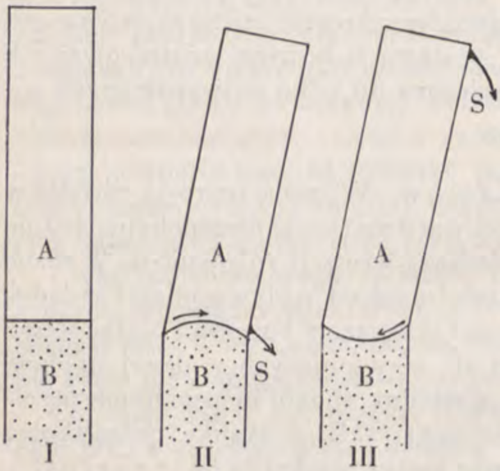
2. Rozwój osobniczy stawów. W miarę rozrostu ośrodków kostnych nasad stykających się kości, warstwa tkanki mezenchymatycznej je przedzielająca staje się coraz cieńsza i wreszcie różnicuje się w różne postacie tkanki łącznej, w ścisłej zależności od wpływu mięśni sąsiadujących z przyszłym stawem. A więc, i tym razem budowa i postać stawu jest jedynie wypadkową układu sił występujących w danej okolicy. W punktach, w których panuje względny spokój mezenchyma przeistacza się w tkankę kostną (kościozrost!), w tkankę chrząstkową (chrząstkozrost!) lub w tkankę łączną włóknistą (więzozrost!), tworząc pierwszy typ stawów mało ruchomych, które nazwiemy — stawami pełnemi *(synarthroses)*.

Odmiennym jest los mezenchymy w drugim typie stawów zwanych — stawami jamowemi *(diarthroses)*. Powstają one w miejscach, w których naskutek skurczów mięśniowych, końce przylegających kości wykonywują mniej lub bardziej znaczne przesunięcia, powodujące rozluźnienie, a w następstwie zanik mezenchymy i utworzenie na tem miejscu szpary określanej mianem — jamy stawowej *(cavum articulare)*. Należy zauważyć, iż zanikowi podlega li tylko część ośrodkowa mezenchymy, część jej bowiem obwodowa stanowi podłoże z którego

rozwija się — t o r e b k a s t a w o w a *(capsula articularis)* wraz z jej — w i ę z a d ł a m i *(ligamenta)*.

Nasuwa się teraz ciekawe pytanie: gdzie należy szukać przyczyn bezpośrednio wpływających na budowę danego stawu? Otóż, dzięki badaniom R. i L. F i c k'a, R o u x'a i innych wiemy, iż najważniejszym czynnikiem wchodzącym tutaj w grę jest — układ mięśniowy oraz stosunek jego przyczepów do stawu.

A więc, jeżelibyśmy chcieli poznać genezę ukształtowania jakiegokolwiek stawu, w którym jedna kość posiada postać mniej więcej kulistą (»k ł y k i e ć«), a kość sąsiednia — odpowiednio wydrążonego wgłębienia (»p a n e w k a«) należałoby się uciec do następującego doświadczenia (rys. 16). Bierzemy dwa bloki — A i — B zbudowane z materjału ulegającego łatwemu starciu (np. bloki kredowe) a mające wyobrażać dwie kości stykające się w stawie, i ustawiamy je jeden na drugim. Jeżeli teraz przyłożymy do dolnego końca bloku — A siłę — S, odpowiadającą sile skurczu mięśniowego, to blok — A zsunie się w kierunku przyłożonej siły z bloku—B ścierając jego krawędzie a jednocześnie drążąc swą powierzchnię dolną. W ten sposób koniec bloku—B przyjmie kształt wycinka kuli, koniec zaś bloku — A kulistego dołu.



Rys. 16.

Zupełnie odmienny otrzymamy wynik w przypadku przyłożenia siły — S do górnego końca bloku — A. Otóż, blok — A wykona również obrót, lecz tym razem koniec dolny przesunie się w kierunku odwrotnym (p. strzałka), ścierając swe krawędzie i drążąc dół w bloku — B. Analogiczny układ stosunków obserwujemy i w stawach, z czego wnosimy, że czynnikiem decydującym w mechaniźmie kształtowania się stawu jest odległość punktu przymocowania mięśnia od linji stawowej. Powyższe spostrzeżenie zostało ujęte przez R. Fick'a (1890) pod postacią następującego prawa: »K o n i e c s t a w o w y k o ś c i s t a j e s i ę p a n e w k ą (zagłębieniem), j e ż e l i p u n k t p r z y c z e p u m i ę ś n i a j e s t p o ł o ż o n y b l i s k o l i n j i s t a w o w e j; n a t o m i a s t p r z y j m u j e k s z t a ł t k ł y k c i a (wyniosłości), o i l e t e n p r z y c z e p l e ż y w z n a c z n e m o d d a l e n i u«.

Czuję się zmuszony dodać iż powyższe prawo nie we wszystkich jednak przypadkach znajduje zastosowanie i że wobec tego koniecznemi są dalsze badania w tym kierunku.

Wpływ mięśni na ukształtowanie stawów może wyrażać się i na innej drodze. Mam na myśli — ciśnienie, które jest stale wywierane na powierzchnie stawowe kości naskutek stanu napięcia mięśniowego *(tonus muscularis)*. Pierwszy Roux stwierdził, iż ten odcinek zaczątka chrząstkowego kości, na który wywierany jest ucisk podlega mniej natężonemu wzrostowi, aniżeli odcinek znajdujący się w stanie spoczynku wzgl. poddany jest sile wyciągającej. Tak więc układ sił w punkcie stykających się kości, wpływa decydująco na ukształtowanie się ich połączenia. Powyższe wiąże się do pewnego stopnia z jedną z własności ujmowanej pod nazwą »troficznej plastyczności«, a która wypowiada się w tem, iż kość pozornie tak odporna na wpływy zewnętrzne, w rzeczywistości jednak niezmiernie łatwo ulega odkształceniu pod wpływem działania siły ciągłej.

3. Budowa i podział stawów. Wszystkie stawy dają się podzielić na dwa wielkie typy: — stawy pełne *(synarthroses)* oraz — stawy jamowe *(diarthroses)*. Różnią się one między sobą zarówno pod względem budowy jak i czynnościowo.

a) Stawy pełne *(synarthroses)* stanowią zespół stawów, które charakteryzuje z jednej strony bardzo ograniczona ruchomość, a z drugiej bezpośrednie powiązanie przylegających kości za pośrednictwem jednej z odmian tkanki łącznej.

W zależności od zakresu swobody ruchów oraz rodzaju tkanki spajającej kości rozróżniamy następujące postacie stawów pełnych:

a) Kościozrost *(synostosis)*. W stawie tym kości są połączone zapomocą tkanki kostnej, uniemożliwiającej wszelkie ruchy jak to naprzykład obserwujemy w połączeniu nasad z trzonem po zaniku chrząstek nasadowych *(cart. epiphysares)* lub też w licznych kościach czaszki u osobników dorosłych. Mają one jedynie znaczenie jako ważny wskaźnik ułatwiający znalezienie granicy między dwiema pierwotnie niezależnemi lecz wtórnie ściśle ze sobą zespolonemi kośćmi wzgl. ich częściami.

b) Chrząstkozrost *(synchondrosis)*, jako też jego odmianę — spojenie *(symphysis)*, charakteryzuje obecność tkanki chrząstkowej włóknistej, łączącej końce stawowe kości, a która pozwala tylko na dość ograniczoną ruchomość. Za przykład służyć mogą: chrząstkozrosty łączące trzon z nasadami kości młodej t. j. chrząstka nasadowa,

chrząstkozrosty kręgosłupa czyli chrząstki międzykręgowe, spojenie miedniczne *(symphysis pelvica)* i t. d.

Ruchomość chrząstkozrostu jest w prostym stosunku do długości blaszki chrząstkowej łączącej końce kości a w stosunku odwrotnym do jej grubości wzgl. szerokości. Włókna klejodajne, wchodzące w skład istoty podstawnej chrząstki, posiadają zazwyczaj charakterystyczny dla danego stawu układ zgodny z kierunkiem linji sił na które w warunkach zwykłych dany staw jest wystawiony.

W niektórych chrząstkozrostach mogą występować jamy, różnego zresztą pochodzenia, stanowiące postacie zaczątkowe jam stawów jamowych.

c) W i ę z o z r o s t *(syndesmosis)*. W więzozroście rolę zespalającą pełni tkanka łączna włóknista względnie tkanka łączna sprężysta.

Rozróżniamy trzy główne rodzaje więzozrostów:

1) w i ę z o z r o s t z w y k ł y posiada postać wydłużonych pasem lub szerokich błon ciągnących się od jednej kości do kości sąsiadującej; np. więzadło nadkolcowe wiążące wyrostki kolczyste kręgosłupa, błona międzykostna podramienia i goleni i t. p.

2) s z e w *(sutura)* stanowi swoisty rodzaj więzozrostu występujący li tylko między kośćmi czaszki. Składa się on z krótkich włókien, łączących stykające się krawędzie kości płaskich a przechodzących nazewnątrz w okostnę, nawewnątrz zaś w oponę twardą (p. czaszka). W starszym wieku szwy posiadają skłonność do przeistaczania się w kościozrosty (p. niżej).

3) W i ę z o z r o s t s p r ę ż y s t y *(syndesmosis elastica)* występuje jedynie w kręgosłupie pod postacią t. zw. — w i ę z a d e ł ż ó ł t y c h i — w i ę z a d ł a k a r k o w e g o *(lig. nuchae)*. Znaczenie więzozrostów sprężystych jest bardzo duże, dzięki bowiem swym własnościom sprężystym są one w stanie przetwarzać nabytą energję potencjalną w energję kinetyczną, dzięki czemu pełnię rolę zastępczą w stosunku do niektórych zespołów mięśniowych.

b) S t a w y j a m o w e *(diarthroses)* charakteryzuje, przedewszystkiem, obecność szczelinowatej przestrzeni, zwanej — j a m ą s t a w o w ą *(cavum articulare)*, przedzielającej sąsiadujące końce kości (rys. 17).

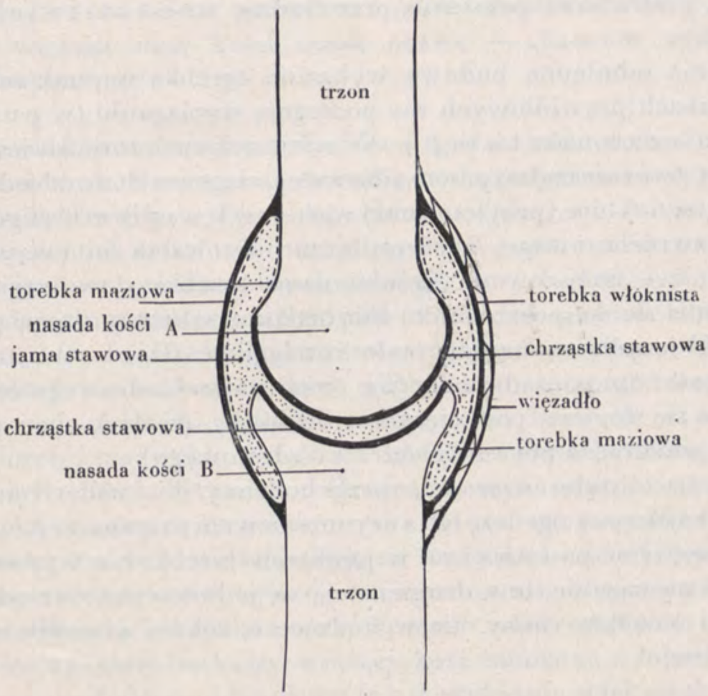
Jamę otacza i zamyka hermetycznie łącznotkankowa — t o r e b k a s t a w o w a *(capsula articularis)*, składająca się z dwóch warstw: warstwy zewnętrznej zwanej — t o r e b k ą w ł ó k n i s t ą *(capsula fibrosa)* i z warstwy wewnętrznej stanowiącej cienką — b ł o n ę m a z i o w ą *(membrana synovialis)*. Ta ostatnia wyściela całą powierzchnię wewnętrzną torebki włóknistej oraz końce kości, za wyjątkiem jednak

samych powierzchni stawowych okrytych szklistą — chrząstką stawową *(cartilago articularis)*.

Błona maziowa wydziela ciecz przypominającą śluz t. zw. — maź stawową *(synovia)*, dzięki której tarcie w czasie wykonywania ruchów sprowadzone zostaje nieomal do zera. Według Wagner'a skład chemiczny mazi przedstawia się następująco:

woda	95 — 97%
tłuszcze . . .	0.06 — 0.07%
białko	0.24 — 0.56%
sole mineralne .	1.13 — 0.99%

Niekiedy błona maziowa tworzy — fałdy *(plicae)* lub też brodawki — kosmki *(villi synoviales)*, wypełniające zakamarki niezajęte przez na-



Rys. 17. Schemat budowy stawu jamowego. Wnętrze jamy stawowej oznaczono punktowaniem.

sady kości. Ponadto wyposażona jest ona w zakończenia nerwowe czuciowe t. zw. — ciałka Paciniego, informujące ustrój o każdorazowym stanie napięcia stawu, oraz w liczne naczynia krwionośne, tłumaczące łatwe powstawanie wysięków naskutek jakiegokolwiek podrażnienia. Wrażliwość błony maziowej na podniety zewnętrzne jest tak

wielka, iż można ją porównać li tylko do wrażliwości otrzewnej i innych błon surowicznych.

Co się tyczy torebki włóknistej to jest ona zazwyczaj na tyle luźna, iż w żadnym razie nie może pełnić roli czynnika utrzymującego kości w stawie. Zadaniem tem są obarczone przedewszystkiem mięśnie okoliczne, o czem będzie wzmianka poniżej.

Grubość ściany torebki nie jest we wszystkich punktach stawu jednakowa. A więc, w płaszczyznach w których odbywa się ruch w danym stawie torebka jest zawsze bardzo cienka, w przeciwnym bowiem razie stanowiłaby oczywiście niepożądaną zaporę, ograniczającą swobodę ruchów. Miejsca zcieniałe torebki nazywamy — punktami słabszego oporu torebki *(puncta minoris resistentiae)*. One to ulegają uszkodzeniu w przypadkach, gdy kości porzucają swe dotychczasowe, prawidłowe położenie, przechodząc w — stan zwichnięcia *(luxatio)*.

Zupełnie odmienną budowę wykazuje torebka w punktach, które w warunkach prawidłowych nie podlegają wyciąganiu (w punktach mechanicznie martwych!). W miejscach tych torebka jest zawsze zgrubiała, tworząc rodzaj pasem albo wstęg, ciągnących się od jednej kości do drugiej i które przyjęto nazywać — więzadłami *(ligamenta)*. Pragnę zwrócić uwagę, iż więzadła nie są niczem innem jak tylko i wyłącznie — miejscowemi zgrubieniami torebki stawowej, a które wyodrębnia się w sposób mniej lub bardziej sztuczny drogą preperowania. Więzadła są bardzo mało rozciągliwe (Richet) i niezwykle wytrzymałe: np. więzadło obłe *(lig. teres)* stawu biodrowego człowieka przerywa się dopiero pod ciężarem 30-50 kg. (Gilis), choć przekrój jego nie przekracza pół centymetra kwadratowego!

Analizując istotę więzadeł, przychodzimy do nader ciekawego wniosku kojarzącego genezę ich z czynnościowem przeznaczeniem. W samej rzeczy, choć powstają one w punktach torebki nie wystawionych na ciągłe wyciąganie, to z drugiej stają się jednocześnie narządami hamującemi wszelkie ruchy, nie wchodzące w zakres prawidłowej swobody stawu!

Wykraczająca poza pewne granice swoboda ruchów, jak to obserwujemy np. u linoskoczków cyrkowych, tłumaczy się wyciągnięciem więzadeł i okolicznych mięśni oraz rozluźnieniem całej torebki stawowej. Podobny stan rzeczy można stwierdzić i u osobników młodych. U osobników dorosłych w ślad za — niewystarczalnością długościową mięśni (p. mjologja) kroczy i pewien stan przykrócenia układu więzadłowego, powodującego charakterystyczne ograniczenie ruchów, a niekiedy nawet i wadliwą postawę całego ciała. Takież same przykrócenie więzadeł i mięśni występować może i u osobników młodych, nie umiejących lub nie mogących (choroby, zawód i t. p.) wykorzystać w całej pełni swych ruchów.

Ze wszech stron zamknięta jama stawowa («worek bez otworu») tworzy jedną całość, która bywa niekiedy podzielona poziomo ustawioną blaszką chrząstkową zwaną — chrząstką śródstawową (*cartilago intraarticularis)* na dwie jamy wtórne, ujmowane pod nazwą — pięter *(scalae)*. Często chrząstka śródstawowa posiada otwór, a wtedy obydwa piętra komunikują się ze sobą.

Ukształtowanie powierzchni stawowych bywa b. różnorodne i stoi w ścisłym związku z rodzajem wykonywanych w danym stawie ruchów. Stosunek wzajemny między kształtem powierzchni stawowych i mechaniką ruchów jest tak dalece stały, iż znając jeden z owych elementów nietrudno jest wyprowadzić drugi!

W stawie jamowym mogą brać udział tylko dwie kości (co bywa najczęściej) lub też większa ich ilość. Stawy typu pierwszego nazywamy — stawami prostemi *(artt. simplices)*, stawy zaś obejmujące większą ilość kości noszą nazwę — stawów złożonych *(artt. compositae)*.

4. Analiza ruchów. Podziwu godna różnorodność ruchów które możemy zaobserwować zwłaszcza w kończynach chwytnych niektórych ssaków (np. u *Primates, Bradypodidae)*, nie może być uważana inaczej, jak tylko za rodzaj syntezy, zsumowania ruchów wykonywanych w poszczególnych stawach owych kończyn. Słusznem więc będzie, że zanim przejdziemy do omówienia ruchów złożonych albo «zsumowanych», z któremi stykamy się bezpośrednio przy przyglądaniu się ruchom ssaków, zapoznamy się uprzednio z własnościami mechanicznemi stawów pojedyńczych branych w oderwaniu. Otóż, liczne i niezwykle uciążliwe badania biomechaników tej miary jak L. i R. Fick, Strasser, Rouleaux, wykazały, że «swoboda» albo lepiej — stopień ruchomości nie jest we wszystkich stawach jednakowy, lecz że przeciwnie dają się stwierdzić między niemi bardzo poważne różnice i że co więcej, tenże sam staw, obserwowany u różnych przedstawicieli świata ssaków, może mieć odmienne własności. Tak więc np. staw barkowy, wiążący kość ramienną z łopatką, jakkolwiek pod względem anatomicznym nie wykazuje większych odchyleń w budowie u człowieka i u Kopytnych, to jednak z punktu widzenia arthromechaniki zaliczony musi być do różnego typu stawów.

Jak wielkie różnice mogą zachodzić w funkcjonowaniu różnych stawów tegoż samego ssaka, dowodem tego staw łokciowy i staw barkowy człowieka. W samej rzeczy, jeżeli w pierwszym z nich możemy jedynie zgiąć i wyprostować podramię w stosunku do ramienia, w stawie barkowym poza owemi ruchami, możliwemi są ponadto ruchy — odwo-

dzenia (oddalanie ramienia od tułowia) *(abductio)* i — przywodzenia (zbliżanie ramienia do tułowia) *(adductio)* oraz — ruchy obrotowe *(rotatio)!* Analizując podobnie wszystkie stawy, możemy je podzielić na trzy główne typy arthromechaniczne. Będzie to oczywiście — klasyfikacja fizjologiczna, nie pokrywająca się całkowicie z poniżej podaną — klasyfikacją anatomiczną.

A więc do — typu I zaliczamy stawy, w których mogą być wykonywane ruchy li tylko w jednej płaszczyźnie (np. w stawie łokciowym i kolanowym), wszelkie zaś inne ruchy są uniemożliwione przez układ więzadłowy lub też przez samą budowę powierzchni stykających się kości. Ruchy wykonywane w stawach typu I noszą nazwę: — zginania *(flexio)*, kiedy kąt między stykającemi się kośćmi ulega zmniejszeniu i — prostowania *(extensio)*, kiedy tenże sam kąt się powiększa. Jak to łatwo sprawdzić na sobie samym (np. w stawie łokciowym), obydwa ruchy odbywają się w tejże samej płaszczyźnie, położonej równolegle do płaszczyzny pośrodkowej ciała, a więc w płaszczyźnie strzałkowej. Tego rodzaju ruchomość nazywamy — ruchomością pierwszego stopnia (1^0). Wszystkie połączenia części składowych w kończynach Kopytnych wykazują ruchomość jednokierunkową.

W stawach — typu II, ruchy mogą odbywać się w dwóch wzajemnie do siebie prostopadłych płaszczyznach, w sposób jaki stwierdzić możemy np. w stawie promieniowonadgarstkowym t. j. w stawie łączącym rękę z podramieniem. Tego rodzaju ruchomość określamy mianem ruchomości drugiego stopnia (2^0). Są to zazwyczaj ruchy: — zginania — prostowania (odbywające się w płaszczyźnie strzałkowej), oraz — przywodzenia *(adductio)* — odwodzenia *(abductio)* które mają miejsce w płaszczyźnie czołowej. Na rys. 18 stawami 2^0 są stawy III i IV.

Największy stopień swobody posiadają stawy — typu III, albowiem poza ruchami przywodzenia — odwodzenia i zginania — prostowania występują jeszcze — ruchy obrotowe *(rotatio)*, odbywające się dookoła długiej osi jednej z kości biorących udział w budowie stawu. Stawy 3^0 są raczej rzadkie (np. staw barkowy, staw biodrowy) i według R. Fick'a powstają jedynie w odcinkach przytułowiowych kończyn.

Niezależnie od stopnia ruchomości danego stawu, należy zwrócić uwagę i na zakres, rozpiętość albo — zasięg wykonywanych w nim ruchów. W samej rzeczy łatwo się przekonać, iż np. w trójstopniowym stawie barkowym, zasięg zginania — prostowania jest większy od zasięgu przywodzenia — odwodzenia i że w tymże samym stawie zasięg zginania przewyższa zasięg prostowania. Tak się sprawa przed-

stawia u człowieka. U innych ssaków, a mam na myśli przedewszystkiem ssaki wykazujące ruchy wahadłowe kończyn, a więc np. u Kopytnych, w obydwóch stawach trójstopniowych (staw barkowy i staw biodrowy), ograniczenie ruchów przywodzenia — odwodzenia i ruchu obrotowego jest tak znaczne, że pod względem mechanicznym owe stawy przybierają charakter stawów jednostopniowych (1^0).

Wspomniane zjawisko nosi nazwę — polaryzacji stawów i tłumaczy się przystosowaniem kończyn Kopytnych li tylko do roli narządów nośnych i podporowych.

Powracając obecnie do sprawy ruchów jakiegokolwiek odcinka ciała, a więc np. do calej konczyny, to jest rzeczą zrozumiałą, że naogół stopień jej ruchomości będzie znacznie większy, aniżeli poszczególnych stawów w niej rozmieszczonych, czyli innemi słowy, ruchy pojedyńczych stawów zsumowywują się dając — ruch złożony o dużej swobodzie i o znacznym zasięgu. Tego rodzaju szereg stawów mogących brać udział w powstaniu ruchu złożonego nazwał F. Rouleaux (1878) — łańcuchem kinematycznym *(catena articularis)*. Jaskrawym przykładem podobnego łańcucha kinematycznego jest kręgosłup, zawdzięczający swą gibkość dużej ilości stawów rozmieszczonych między poszczególnemi kręgami.

Zsumowywanie ruchów łańcuchów stawowych nie u wszystkich ssaków osiąga ten sam stopień swobody. *Chodzi w danym przypadku o to czy każdy punkt znajdujemy się w obrębie przestrzeni kulistej, zakreślonej promieniem długości całej kończyny, może był osiągnięty przez wolny koniec palca!...*

Otóż, najwyższy stopień swobody (6^0) posiadają — kończyny chwytne ssaków nadrzewnych. Znaczenie i istotę ruchomości 6^0 łatwo doświadczyć na samym sobie, oprowadzając końcem palca ręki całą przestrzeń od tułowia aż po zakończenie kończyny. Z codziennej obserwacji wiemy, iż podobnej swobody kończyn nie posiadają żadne z ssaków nas otaczających.

5. Klasyfikacja anatomiczna stawów jamowych. Podział stawów przyjęto opierać na kształcie ich powierzchni stawowych, przyczem za podstawę służą ciała geometrycznie prawidłowe.

Pragnę jednak, już na wstępie, z całym naciskiem zaznaczyć, że może tutaj być mowa tylko o pewnem podobieństwie, o wzorcu porównawczym albowiem postaci geometrycznie dokładnie prawidłowych w ustrojach żywych nie znajdujemy. A przecież wchodzi tutaj w grę jeszcze inny czynnik o którym zbyt łatwo się zapomina. Mam na myśli plastyczność i sprężystość chrząstek stawowych okrywają-

cych końce stawowe kości, a które są w stanie zmienić, niekiedy w sposób dość znaczny charakter ruchów w ustroju żywym.

Innemi słowy powierzchnia stawowa kulista nie jest w arthrologji wycinkiem prawidłowej kuli a powierzchnia stawowa płaska jest tylko w przybliżeniu powierzchnią płaską. Biorąc powyższe pod uwagę, łatwo można sobie wyobrazić na jakie trudności narażony jest biomechanik badający charakter ruchów u ssaka żywego!

Rozróżniamy następujące zasadnicze rodzaje stawów jamowych:

1) Staw płaski *(amphiarthrosis s. art. plana)* posiada powierzchnie stawowe płaskie lub nieprawidłowe a torebkę stawową mocno napiętą. Ruchomość stawów płaskich jest b. nieznaczna i wyraża się głównie w nieznacznych przesunięciach kości.

Przykłady: stawy nadgarstka, stawy stępu, stawy wyrostków stawowych kręgów.

2) Staw kulisty *(art. spherica s. globoidea* R. Fick). W stawie kulistym jedna z powierzchni posiada kształt wycinka kuli noszącego nazwę — główki *(capitulum)*, druga zaś odpowiednio wydrążonego zagłębienia zwanego — panewką *(acetabulum)* (rys. 18 I i 19 A.). Głębokość panewki bywa niekiedy zwiększona przez cienką listewkę chrząstkową przymocowywującą się do jej krawędzi — obrąbek stawowy *(labrum glenoidale)*.

Główka posiada powierzchnię nieomal dokładnie kulistą jedynie u ssaków obdarzonych kończynami chwytnemi *(Primates)*, w typie bowiem kończyn nośnych *(Ungulata)*, jest ona w mniejszym lub w większym stopniu spłaszczona, przypominając raczej wycinek powierzchni jajowej.

Stawy kuliste wykazują najwyższy stopień ruchomości (3-go stopnia), a który wyraża sie w możności wykonywanie ruchów następujących: a) — zginania *(flexio)* i — prostowania *(extensio)* (1-szy stopień) b) — przywodzenia *(adductio)* i — odwodzenia *(abductio)* (2-gi stopień) i wreszcie c) ruchów — obrotowych *(rotatio)* (3-ci stopień ruchomości).

Ruchy — zginania i — prostowania odbywają się dookoła osi ustawionej poprzecznie w stosunku do całości ciała, zachodzą więc w płaszczyźnie strzałkowej (ruchy strzałkowe!).

Ruchy — przywodzenia i — odwodzenia, a więc zbliżania i oddalania od płaszczyzny pośrodkowej ciała, odbywają się w płaszczyźnie czołowej dookoła osi ciągnącej się w kierunku strzałkowym (od przodu ku tyłowi).

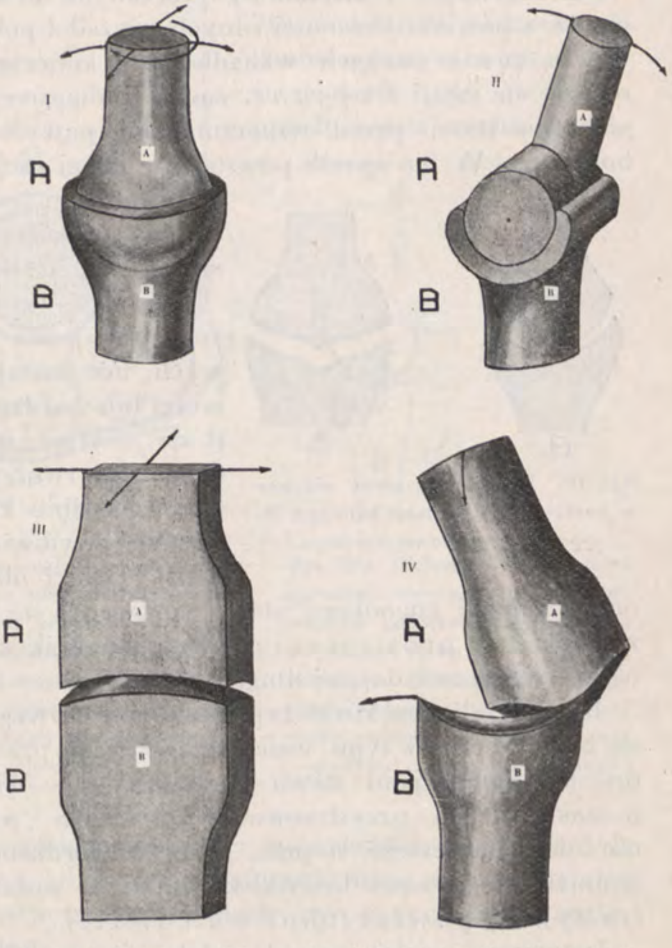
Ostatni rodzaj ruchów t.j. — ruchy obrotowe są tem charakterystyczne, iż występują jedynie w stawach kulistych i że oś ruchu usta-

wiona jest wzdłuż kierunku jednej z kości wchodzących w skład stawu. Przykłady: staw barkowy i staw biodrowy.

3) Staw owalny *(art. ellipsoidea s. art. ovalis* R. Fick) posiada z jednej strony powierzchnię jajowato wypukłą z drugiej zaś odpowiednio wklęsłą (np. staw promieniowo-nadgarstkowy człowieka). W stawie tym mogą być wykonywane ruchy zginania—prostowania i ruchy przywodzenia — odwodzenia (2^0 ruchomości) (p. rys. 18 III).

4) Staw siodełkowy *(art. sellaris)* stanowi jedną z rzadszych odmian stawów jamowych u ssaków (np. staw nadgarstko-wośródręczny I palca człowieka). Cechują go powierzchnie stawowe, posiadające kształt siodeł tureckich nałożonych nakrzyż oraz 2^0 ruchomości (przywodzenie—odwodzenie; zginanie—prostowanie) (rys. 18 IV).

5) Stawy zawiasowe *(ginglymus)* należą do rodzaju stawów jamowych, spotykanych wyjątkowo często w kończynach, a zwłaszcza w kończynach typu nośnego (u Kopytnych) (rys. 19 II).



Rys. 18. Cztery modele powierzchni stawowych stawów jamowych (wg. R. Fick'a, zmienione).
I staw kulisty; II staw zawiasowy; III staw owalny; IV staw siodełkowy. Strzałkami oznaczono kierunki ruchomości.

Występują one w dwóch głównych postaciach: a) — *typ walcowaty* i b) — *typ zawiasowy ścisły*.

a) W — *stawie walcowatym* powierzchnia stawowa jednej kości ma

kształt walca pełnego ustawionego poprzecznie w stosunku do płaszczyzny pośrodkowej ciała a powierzchnia kości sąsiadującej tworzy wycinek walca wydrążonego. Teoretycznie rzecz biorąc w stawie walcowatym mogą zachodzić oprócz ruchów zginania — prostowania ponadto ruchy przesuwania w kierunku poprzecznym, do których jednak nie dochodzi z powodu obecności silnych wiązadeł pobocznych.

U ssaków o ruchach wahadłowych kończyn, mam w pierwszym rzędzie na myśli *Kopytne*, zaszła konieczność dodatkowego ubezpieczenia stawu przed wspomnianemi powyżej ruchami przesunięć bocznych. W ten sposób powstał typ drugi stawów zawiasowych, typ rodowo późniejszy i wykazujący wyższy stopień specjalizacji, — *stawy zawiasowe ścisłe*. (Rys. 19 B).



Rys. 19. Dwa stawy jamowe widziane w przekroju. A. typ stawu kulistego. B. typ stawu zawiasowego ścisłego.

b) W — stawie zawiasowym ścisłym, jedna z powierzchni stawowych ma kształt walca opatrzonego mniej lub bardziej wystającą listewką (t. zw. — «listewka kierunkowa»), druga zaś tworzy cylindryczne wgłębienie, na dnie którego widnieje odpowiednio wydrążona rynienka (rys. 19 B). Dzięki obecności owej listewki oraz rynienki ruchomość stawu sprowadza się jedynie do ruchów — zginania — prostowania (1^0 ruchomości), który odbywa się dokoła osi odpowiadającej długiej osi walca.

Jak należało oczekiwać typ stawu zawiasowego ścisłego nie wyłonił się bezpośrednio z typu walcowatego. Etap przejściowy między temi dwiema kategorjami stawu znajdujemy u — Mięsożernyah. Otóż, u ssaków tych przystosowanie do ruchów wahadłowych kończyn nie osiągnęło jeszcze stopnia, który stwierdzamy u — Kopytnych, temniemniej zaczątek listewki kierunkowej widnieje już u nich w części tylnej powierzchni walcowatej.

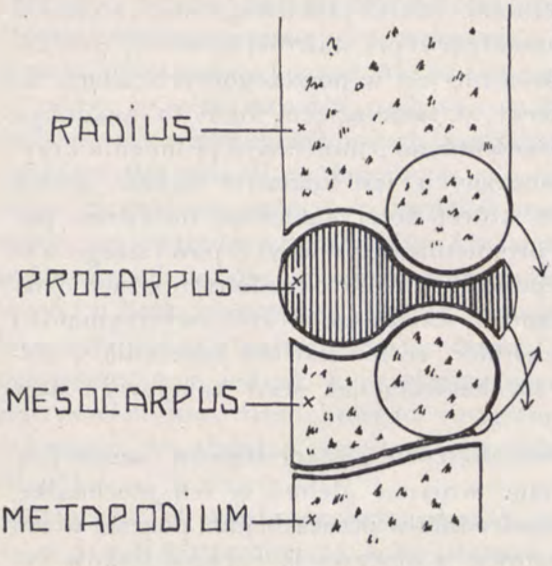
Jest rzeczą wielce prawdopodobną że prawidłowe przekształcenie się stawu walcowatego w typ zawiasowy ścisły występuje u wszystkich ssaków w jednakowy sposób a mianowicie, że sprawa rozpoczyna się zawsze wtyle stawu i dopiero stąd postępuje powoli ku przodowi!

Przykłady: stawy śródręcznopalcowe, stawy śródstopowopalcowe, stawy międzyczłonowe palców u Kopytnych.

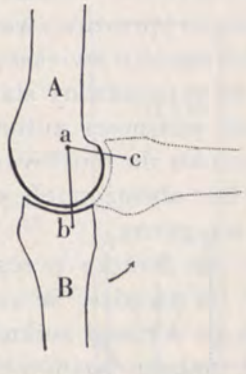
6) Staw obrotowy *(art. trochoides)* przypomina, zarówno pod względem swej budowy jak i ruchomości (1^0), staw zawiasowy, a więc posiada również powierzchnie stawowe typu walcowatego, z tem jed-

nak, iż nie są one wyposażone ani w listewkę ani w rynienkę. Przykład: stawy promieniowołokciowe kończyn chwytnych.

7) Staw falisty *(art. undulatoria.* R. P. 1934) występuje specjalnie w stawie promieniowonadgarstkowym i w stawie śródnadgarstkowym u Kopytnych (rys. 20). Budowa tej postaci stawu jamowego wyraża się w tem że podczas gdy partytura przednia powierzchni stawowej ma kształt kłykciowatej wyniosłości poprzecznej, partytura tylna jest panewkowato wyżłobiona, wzgl. stosunki mogą się przedstawiać wprost odwrotnie, a więc naprzedzie może być panewkowate zagłębienie a wtyle wyniosłość.



Rys. 20. Schemat przedstawiający układ stosunków w stawach — typu falistego. W danym przypadku tego rodzaju staw znajduje się między kością promieniową *(radius)* i pierwszym szeregiem kości nadgarstka *(procarpus)* oraz między tym ostatnim i szeregiem drugim nadgarstka *(mesocarpus)*. Stawy widziane są w przekroju strzałkowym. Za podstawę dla tego rysunku posłużyły stosunki zachodzące w nadgarstku u Koniowatych.



Rys. 20a. Schemat budowy stawu spiralnego. ab — położenie i długość więzadła pobocznego w położeniu wyprostnem stawu; ac — w położeniu zgiętem. (Strzałka wskazuje kierunek ruchu). Staw jest widziany zboku a zasięg powierzchni stawowych jest oznaczony linją grubą.

W stawach typu falistego mogą mieć miejsce ruchy zginania i, o ograniczonym zakresie, ruchy prostowania.

8) Za swoistą odmianę stawu typu walcowatego może uchodzić — typ spiralny stawu (rys. 20a). Postać tę można otrzymać zmniejszając równomiernie promień krzywizny bryły walcowatej. Ogólnie biorąc, typ spiralny stawu występuje w ustroju ssaków raczej rzadko. Natomiast z zastanowienia godną stałością w stawie kolanowym i w stawie łączącym goleń z kością skokową (staw skokowy górny!), w któ-

rych krzywizna o mniejszym promieniu jest zawsze umieszczona w odcinku tylnym stawu.

W stawach spiralnych, podobnie jak w stawach walcowatych, ruchy mogą zachodzić tylko w jednej płaszczyźnie położonej prostopadle w stosunku do długiej osi bryły spiralnej. Biorąc pod uwagę rozmieszczenie układu więzadłowego, w omawianym typie stawów, łatwo się przekonać że stopień umocowania kości nie jest w poszczególnych fazach ruchu jednostajny. W samej rzeczy, w fazie zgięcia, kiedy to sąsiadujące kości przylegają do siebie powierzchniami o mniejszym promieniu krzywizny napięcie wiązadeł pobocznych jest znacznie słabsze aniżeli w fazie wyprostowywania, w której kości nakładają się swemi powierzchniami o zwiększonym promieniu krzywizny! Z powyższego wynika, że typ spiralny stawów posiada, w ściśle określonych fazach działalności własności automatycznego wzmacniania swej wytrzymałości w stosunku do możliwych zwichnięć, co nie jest bez znaczenia w stawach tak obciążonych pracą mechaniczną jak staw kolanowy i staw skokowy górny.

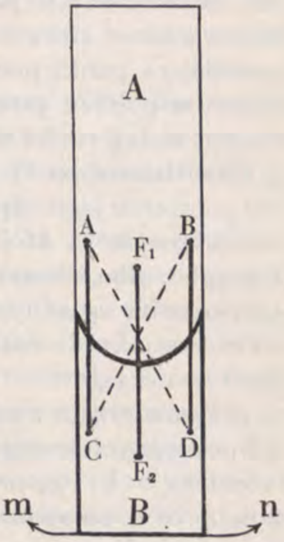
Na tem kończę przegląd ważniejszych postaci stawów jamowych, mając na uwadze, że ażeby móc wniknąć głębiej w ich mechanikę, trzeba się z niemi zetknąć bezpośrednio w prosektorjum, poczem w ten sposób nabyte wiadomości zestawić z obserwacją ruchów ssaków żywych.

6. R o z m i e s z c z e n i e u k ł a d u w i ę z a d ł o w e g o. Wnikając w istotę układu więzadłowego przychodzimy do wniosku, iż służy on nietyle do utrzymania w należytem położeniu kości w stawie (jest to zadanie umięśnienia!) ile raczej do ograniczenia jego ruchów zgodnie z potrzebami biologicznemi. Tem się tłumaczy, że stawy o dużej ruchomości, mam na myśli stawy typu kulistego, owalnego i siodełkowego, posiadają torebkę stawową cienką, należycie wiotką i zasadniczo pozbawioną wyosobnionego układu więzadłowego. Przeciwnie, w stawach mało ruchomych (np. stawy płaskie) układ więzadłowy jest reprezentowany przez liczne jednostki umieszczone ze wszech stron dookoła torebki stawowej. Pozostaje więc ostatni typ stawów o ruchomości jednokierunkowej (np. zginanie — prostowanie), do których należy zaliczyć stawy zawiasowe i stawy spiralne.

Otóż, jest rzeczą samą przez się zrozumiałą, że w wymienionych stawach zarówno po stronie zginaczowej jak i po stronie prostowniczej torebka musi być cienka lub conajwyżej może być wzmocniona sprężystemi mięśniami nie stojącemi na przeszkodzie w wykonywaniu ruchów. Pozostają więc strony poboczne (strona prawa i lewa) i tylko

o nich będzie mowa obecnie. A więc, znajdujemy tutaj silne pasma więzadłowe ciągnące się podłużnie od końca jednej kości do końca kości drugiej. Ze względu na to, że są one umieszczone w okolicy najmniej ruchomej stawu (w t. zw. «strefie obojętnej») mogą się one jedynie przeciwstawiać ruchom wykraczającym poza zakres konieczności biologicznej, a więc ograniczają nadmierne zginanie i prostowanie, a ponadto hamują bezkompromisowo przesunięcia boczne. Ale na tem nie koniec!». Wspomniałem poprzednio, że — więzadła poboczne (wszak taka nazwa będzie dla nich najodpowiedniejsza!) posiadają przebieg podłużny t. j. zgodny z kierunkiem działania sił na dany staw. No tak, ale przecież owe więzadła mogą ciągnąć się mniej lub bardziej prostolinijnie i co stwierdzamy na każdym kroku w różnych stawach ssaków... Posądzać stawy o kapryśność i o brak planowości byłoby conajmniej lekkomyślnością z naszej strony... Należy więc przypuszczać iż jednak w przebiegu więzadeł jest pewien sens, treść którego postaramy się uchwycić na bardzo prostym przykładzie (R. P.).

Rysunek 21 wyobraża dwie jednostki kostne — A i — B połączone ze sobą stawem, powiedzmy, stawem typu walcowatego. Przypuśćmy dalej, że kość — A jest unieruchomiona a kość — B może wykonywać obrót w kierunku — m (prostowanie) lub w kierunku — n (zginanie). Więzadłe poboczne, które moglibyśmy tutaj umieścić, mogłyby mieć następujące kierunki: — AC, — BD, — AD, — BC oraz — F_1 F_2. A więc, więzadło — AC byłoby umieszczone w pobliżu powierzchni prostowniczych kości i miałoby przebieg ściśle podłużny; więzadło — AD ciągnęłoby się ukośnie od kości — A do kości — B i od powierzchni prostowniczej do powierzchni zginaczowej kości — B i t. d. i wreszcie więzadło — F_1 F_2 jest umieszczone dokładnie wzdłuż osi obu kości, a więc w równym odstępie od powierzchni prostowniczej jak i od powierzchni zginaczowej.



Rys. 21. Schemat rozmieszczenia więzadeł pobocznych. Staw jest widziany zboku. Między kością A i kością B widnieje półkolista linja stawowa.

Obracając teraz kość — B w kierunku prostowniczym (m) i w kierunku zginaczowym (n) można łatwo stwierdzić, że napięcie wymienionych więzadeł zmienia się w zależności od kierunku obrotu. Oczywiście, że zwiększenie napięcia danego więzadła pociąga za sobą rosnące hamowanie ruchu, natomiast zmniejszenie napięcia t. j. zwiotcze-

nie więzadła powoduje rozluźnienie połączenia stawowego. Badając w ten sposób zachowanie się poszczególnych więzadeł w czasie ruchów kości — B otrzymamy wyniki, które możemy ująć w sposób następujący:

więzadło	— AC	ogranicza	ruchomość	kości	B	w	kierunku	— n
„	— AD	„	„	„	„	„		— „
„	— BD	„	„	„	„	„		— m
„	— BC	„	„	„	„	„		— „

Powyższe można ująć w następującą postać słowną (R. P.): 1) więzadła których punkt przyczepu na kości mniej ruchomej (kość — A!) jest umieszczony w pobliżu powierzchni prostowniczej ograniczają zakres ruchu w kierunku zginaczowym (w kierunku — n!); 2) więzadła posiadające punkt przyczepu na kości mało ruchomej (kość — A) położony w pobliżu powierzchni zginaczowej (więzadła BD i BC) ograniczają zasięg ruchu w kierunku prostowniczym (w kierunku — m).

Pozostaje więzadło — F_1 F_2. Otóż, jak łatwo się domyśleć pośredniemu położeniu jego odpowiada również i rola pośrednia między układem więzadłowym — AC i — AD z jednej strony a układem — BC i — BD z drugiej, albo innemi słowy — więzadło F_1 F_2 ciągnące się wzdłuż długich osi obu sąsiadujących kości stawia minimalne ograniczenia zarówno w stosunku do ruchów zginaczowych jak i w stosunku do ruchów prostowniczych.

Już powierzchowna obserwacja wskazuje na to, że większość więzadeł pobocznych kończynowych wykazuje przebieg pośredni między położeniem — F_1 F_2 i położeniem — BC z czego wynika z całą oczywistością, że w omawianych stawach owe więzadła poboczne mają za zadanie nietylko uniemożliwienie przesunięć pobocznych (dośrodkowo lub bocznie) ale również ograniczenie ruchów nadmiernego prostowania.

Odstępstwa od powyższych zasad zostaną wytłumaczone na właściwem miejscu.

7. W ł a s n o ś c i s t a w ó w j a m o w y c h. Jak zaznaczyłem powyżej, stawy jamowe wykazują znacznie większą ruchomość aniżeli stawy pełne, są więc połączeniami, powiedziałbym, wyższego, bardziej zróżnicowanego typu, a przeto występują głównie w tych punktach ustroju, zmiana położenia których odbywać się powinna szybko i mieć szeroki zakres (rozmach). Nic więc dziwnego, iż ten właśnie typ stawów, spotykamy przedewszystkiem w kończynach, a więc w narządach służących do przemieszczania ustroju, natomiast stawy pełne, jako bardziej związane z bytowaniem trzewnem ssaka, występują szczególnie

często w części tułowiowej ustroju (czaszka, kręgosłup, miednica, klatka piersiowa).

Z czynników utrzymujących kości w należytem położeniu, najważniejszem jest — umięśnienie którego zarówno stan prawidłowego napięcia jakoteż siła skurczu, (»składowa stawowa«) wpływają bezpośrednio na stosunki w obrębie stawu. Poza mięśniami wchodzą jeszcze w grę: ciśnienie atmosferyczne (bracia Weber — 1838), siła przylegania, układ więzadłowy i wreszcie sprężystość powłok skórnych wraz z okolicznemi tkankami miękkiemi.

Znaczenie ciśnienia atmosferycznego jest znaczne, wynosi ono bowiem 1 kg. na 1 cm^2 powierzchni stawowej i wystarcza np. u człowieka do utrzymania całej kończyny górnej w stawie barkowym bez konieczności współpracy ze strony mięśni.

Siła przylegania, którą stwierdzamy zawsze przy nałożeniu na się zwilżonych gładkich powierzchni ciał, jest w stawach jamowych stosunkowo niewielka, nie przekracza bowiem wg. C. Schmidt'a 35 gr. jeżeli chodzi o staw biodrowy człowieka.

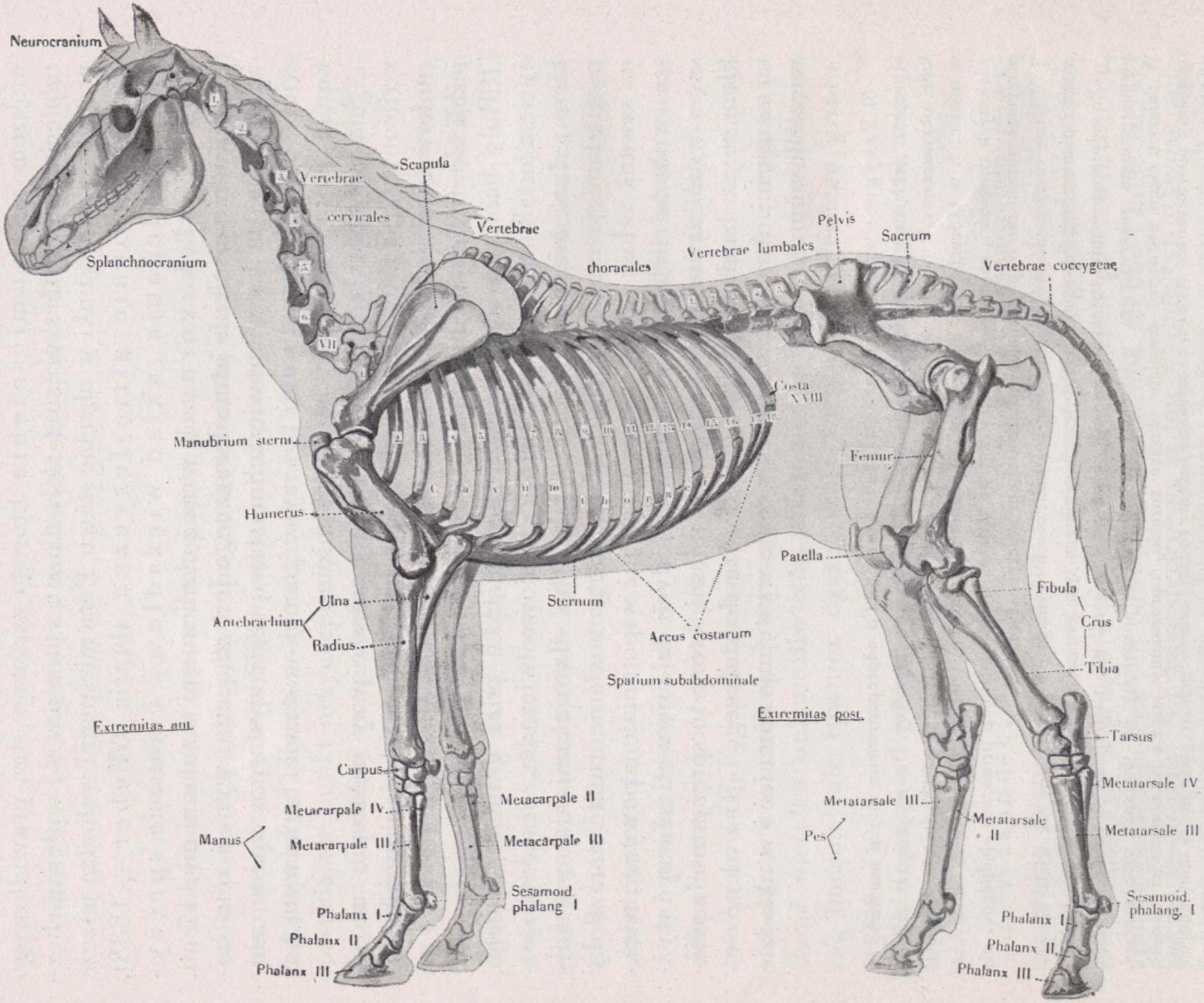
Rolę hamowania ruchów, wykraczających poza granice pewnego, życiem ustalonego zakresu, pełnią częściowo więzadła, przedewszystkiem jednak mięśnie. One to są jakgdyby »dzwonkami alarmowemi« powiadamiającemi ustrój, że dalsze kontynuowanie ruchu naraziłoby na szwank całość budowy stawu. Jak już wspomniałem powyżej, większa swoboda ruchów u osobników młodych daje się wytłumaczyć wyższym współczynnikiem sprężystości mięśni, która to sprężystość z wiekiem coraz bardziej maleje i prowadzi do starczego »przykrócenia« mięśni. Analogiczne przykrócenie występuje również i w układzie więzadłowym.

8) Przygotowanie preparatu stawowego. Po odpreparowaniu mięśni usuwamy je a preparat wkładamy na kilka dni do słabego (0,5%) roztworu formaliny. Skoro preparat odmięknie, oczyszczamy ostrożnie torebkę stawową z tkanki łącznej luźnej, bacząc by jej nie uszkodzić w miejscach w których jest ona cienka. Wykazanie przebiegu więzadeł nie nastręcza zazwyczaj większych trudności, należy się jednak strzec by w dążeniu do osiągnięcia preparatu »ładnego«, nie otrzymać obrazu nie odpowiadającego stosunkom rzeczywistym.

Pragnę tutaj zaznaczyć, iż mało prac anatomicznych wymaga od wykonawcy tak wiele cierpliwości i planowości, jak osiągnięcie dobrego wyniku w tym kierunku!

Po odpreparowaniu torebki stawowej wraz z jej więzadłami, nastrzykujemy jamę stawową rozpuszczonym zabarwionym woskiem i tym sposobem poznajemy jej wielkość oraz granice. W dalszym ciągu usuwamy zcieniałe okolice torebki, opróżniamy jamę z jej zawartości (wosk), oglądamy powierzchnie stawowe i wreszcie badamy rodzaj i zakres ruchów, jakie mogą mieć miejsce w danym stawie.

Pamiętać należy że zasięg ruchów w stawie pozbawionym mięśni jest znacznie większy aniżeli w ustroju żywym!



Rys. 22. Kościec — k o n i a *(Equus caballus)*.

A. KRĘGOSŁUP I KLATKA PIERSIOWA.

(Columna vertebralis et thorax)

Oddawna utarty zwyczaj rozpoczynania opisu kośćca od części jego zwanej—k r ę g o s ł u p e m, tłumaczy się tem, iż stanowi on najpierwotniejszy a zarazem najistotniejszy składnik układu kostnego wszystkich kręgowców. Podkreśla to już sama nazwa—«k r ę g o w c e«, albowiem, gdy miano do wyboru szereg innych wspólnych cech, charakteryzujących owe istoty, to jednak nie zawahano się położyć specjalnego nacisku na owe jedno jedynie znamię—obecność kręgosłupa.

Wobec powyższego może się wydawać paradoksalnem twierdzenie, że niniejszy rozdział osteologji jest jednak rozdziałem najmniej opracowanym... Twierdzenie to, temniemniej, odpowiada rzeczywistości. W samej rzeczy zarówno sprawa rozpoznania różniczkowego jak i zagadnienie morfogenezy kręgosłupa i żeber znajduje się do tej chwili na bardzo niskim poziomie. Tem właśnie tłumaczę pewne rozszerzenie, w porównaniu z innemi podręcznikami, objętości niniejszego rozdziału.

Bez względu na to, z którym z kręgowców mamy do czynienia, kręgosłup wykazuje zawsze budowę wybitnie odcinkową, składając się z pewnej ilości podobnych do siebie jednostek kostnych, zwanych — k r ę g a m i *(vertebrae)*. Są one mniej lub bardziej ściśle między sobą powiązane, tworząc w ten sposób wężowato powyginaną i wybitnie sprężystą belkę, ciągnącą się wzdłuż grzbietowej strony tułowia od głowy aż po ogon włącznie.

Znaczenie morfologiczne kręgosłupa bywa zwykle niedoceniane... Zainteresowanie ogółu chętniej zwraca się ku innym dziedzinom osteologji... a jednak, gdy się porówna rolę jego u ryb, u płazów ogoniastych, a zwłaszcza u bezkończynowych gadów *(Ophidia)*, z jego znaczeniem u kręgowców wyższych, to różnica jest tak jaskrawa, tak oczywista, że nawet umysł niewdrożony do wyciągania wniosków ukrytych w tajemnicach kształtów, nie przejdzie nad tą sprawą do porządku dziennego! W samej rzeczy, jeżeli w pierwszym przypadku w mechanice

przemieszczalności kręgosłup, a specjalnie jego odcinek ogonowy, jako narząd bierny ruchu jest wszystkiem, u ssaków rola jego, przynajmniej w tym kierunku, jest znacznie ograniczona. Różnica ta wyraża się nietylko w kształcie ale głównie w długości całego tułowia, dzięki czemu u istot wyposażonych w dobrze wykształcone kończyny (ogromna większość ssaków lądowych), kręgosłup uległ znacznemu skróceniu w porównaniu do istot wodnych, których najważniejszym narządem ruchu jest ogon.

Jak wielkim jest wpływ techniki przenosinowej na budowę długości kręgosłupa, za jaskrawy przykład służyć mogą chociażby płazy, zpośród których u — *Urodela*, a więc u płazów poruszających się, podobnie jak to ma miejsce u ryb, dzięki odchyleniom bocznym kręgosłupa, przeciętna ilość kręgów wynosi 40-50, natomiast u pobratymczej grupy u — *Anura*, o przemieszczalności przeważnie skokowej, której narządami są kończyny, liczba kręgów sprowadza się do 21, z czego 12 kręgów końcowych zrasta się w jedną niepodzielną — kość ogonową *(urostyl)*.

Temniemniej i u ssaków znaczenie kręgosłupa jest bardzo wielostronne. Istotnie, chroni on w swem wnętrzu mało odporną na wszelkie urazy część układu nerwowego ośrodkowego — rdzeń kręgowy, dźwiga ciężar głowy i trzew jamy brzusznej i piersiowej przenosząc owe ciśnienie na kończyny, stanowi oparcie dla narządów ruchu któremi są głównie konczyny tylne i wreszcie służy jako przyczep dla licznych mięśni, mających za zadanie zmianę kształtu i położenia tułowia.

Należy zauważyć, że równolegle z ukształtowaniem się kończyn nośnych u ssaków, nastąpiło u nich stosunkowo znaczne skrócenie kręgosłupa, a przedewszystkiem niedorozwój odcinka ogonowego, który nieomal zupełnie utracił swą wartość jako narząd przenosinowy. Innemi słowy w miarę przystosowywania się kończyn do coraz bardziej potęgujących się potrzeb związanych z życiem lądowem (szybkość!), znaczenie popędowe ogona, jeszcze tak wielkie u gadów, przeniosło się ostatecznie na kończyny tylne.

Jak zobaczymy poniżej w szczególnie ścisłym związku z kręgosłupem znajdują się — żebra i — mostek, te dwa najważniejsze składniki klatki piersiowej. Tem się tłumaczy, że pożądanem jest ujęcie ich w jednym wspólnym rozdziale.

Ponieważ jedynym kluczem, który umożliwia zrozumienie istoty jakiegokolwiek narządu, jest jego historja, a więc zarówno dzieje jego rozwoju osobniczego jak i dzieje jego rozwoju rodowego, a przeto zanim przystąpimy do opisu stosunków panujących w gromadzie ssaków i to u osobników dorosłych, uważam za wskazane zaznajomienie się

z zasadniczemi danemi, zaczerpniętemi z dziedziny embrjologji i anatomji porównawczej.

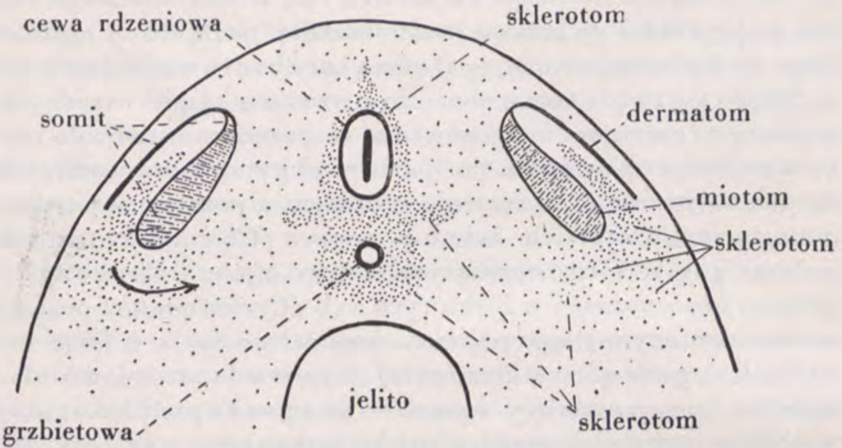
Rozwój osobniczy i rodowy kręgosłupa i klatki piersiowej. Śledząc główne etapy historji powstawania kręgosłupa, nietrudno zauważyć, że zarówno w rozwoju osobniczym jak i rodowym, jest on narządem niewątpliwie wtórnym, w tem znaczeniu mianowicie, że poprzedza go zawsze twór bardziej pierwotny i zgoła odmiennego pochodzenia, zwany — struną grzbietową *(chorda dorsalis)*. Struna grzbietowa może być uważana za pierwocinę »kośćca wewnętrznego« u kręgowców, w przeciwieństwie do »kośćca zewnętrznego« jakim jest pancerz chitynowy u owadów. Pojawia się ona najwcześniej w rozwoju rodowym a pozatem występuje w zaraniu życia u wszystkich—strunowców *(Chordata)* z tem jednak, że podczas gdy u form najniższych, a więc np. u lancetnika *(Amphioxus lanceolatus)* i u niektórych ryb *(Cyclostomata)* pozostaje ona w niezmienionym stanie poprzez okres całego życia, u form wyższych t. j. u kręgowców *(Vertebrata)* wypiera ją stopniowo ale nieodwolalnie nowopowstający narząd — kręgosłup. Stajemy więc tutaj w obliczu nader ciekawego zjawiska polegającego na tem, że struna pełniąca tak doniosłą rolę u kręgowców niższych i mająca u nich wszelkie cechy trwałości, u form wyższych staje się ona tylko narządem przejściowym, epizodycznym torującym niejako drogę ku powstaniu czynnościowo pokrewnemu, ale bardziej złożonemu i zgoła odrębnemu narządowi, jakim jest w stosunku do struny kręgosłup.

Nic więc dziwnego, że zwolennicy tak zwanego prawa biogenetycznego (J. F. Meckel 1811; K. S. Baer 1828; E. Haeckel 1866) często wysuwają właśnie dzieje struny grzbietowej, jako jeden z argumentów przemawiających na korzyść ich poglądów. I słusznie, gdyż o ile w wielu innych przypadkach, ścisła analiza faktów nie potwierdziła wysuwanej zasady, że rozwój osobniczy jest jedynie skróconem i bardzo uproszczonem powtórzeniem rozwoju rodowego, to jednak tym razem treść owego prawa jest bliska istotnego stanu rzeczy (p. tom I, str. 174).

Struna grzbietowa powstaje z części grzbietowej jelita pierwotnego (jest więc pochodzenia entodermalnego!), jako wałeczkowate zgrubienie, ciągnące się wzdłuż nieomal całego ciała, a które niebawem traci łączność z jelitem i przesuwa się w kierunku kształtującej się w tym czasie cewy rdzeniowej. Ostatecznie umieszcza się ona między tą ostatnią a jelitem mając po bokach odcinkowo ułożone somity (tom I, rys. 72). Stan ten odpowiada stosunkom panującym trwale np. u lancetnika.

Należy dodać że w żadnym okresie rozwoju struna nie wykazuje. budowy odcinkowej, jest więc narządem wyraźnie ciągłym i jednolitym

U ssaków dalsze losy struny wiążą się ściśle z jedną z pochodnych somitów, z t. zw. — sklerotomem. Jak wiadomo, każdy z somitów składa się z trzech zasadniczych części: — dermatomu, stanowiącego zaczątek skóry właściwej, — mjotomu, z którego rozwinie się całe



Rys. 23. Schemat przekroju części grzbietowej zarodka w tej fazie jego rozwoju w którym struna grzbietowa utraciła już wszelki związek ze ścianą jelita i zdołała się przesunąć w kierunku cewy rdzeniowej. Zawiązek kręgu został oznaczony skupieniem sklerotomalnem otaczającem strunę grzbietową oraz cewę rdzeniową.

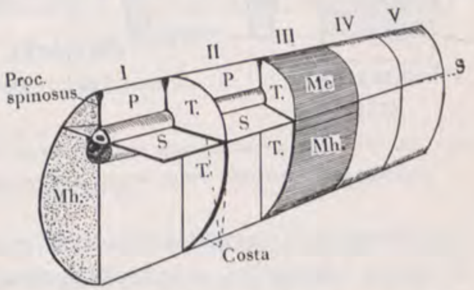
umięśnienie poprzecznie prążkowane i wreszcie ze — sklerotomu, któremu tutaj poświęcimy słów kilka (tom I, rys. 72). Otóż, pod nazwą — sklerotomu ujmujemy komórki odrywające się od ścian somitu, a które po rozproszeniu się po całym ustroju tworzą zawiązki tkanki łącznej a zwłaszcza zaczątki tkanki kościotwórczej, a więc zawiązek układu kostnego. One to, owe komórki sklerotomalne, kierują się przedewszystkiem ku strunie grzbietowej oraz ku cewie rdzeniowej i otaczają je zwartą masą, przybierającą zwolna postać otoczki łącznotkankowej (rys. 23).

W międzyczasie, inne komórki sklerotomalne przenikają między sąsiadujące mjotomy, oddzielając je pionowemi, poprzecznemi pasmami, zwanemi — przegrodami międzymięśniowemi *(septa intermuscularia s. myocommata)*, pozostałe zaś wciskają się w obręb powstającego właśnie umięśnienia, dzieląc je t. zw. — przegrodą poziomą *(septum horizontale)* na: — umięśnienie grzbietowe albo — nadosiowe (epaxonalne) i — umięśnienie brzuszne czyli — umięśnienie podosiowe (hypaxonalne) (rys. 24).

Należy zaznaczyć, iż podobnie jak odcinkowo ustawione przegrody międzymięśniowe, również i przegroda pozioma znajduje się w bezpośrednim związku z tkanką otaczającą strunę i cewę rdzeniową.

Dalsze zmiany tkanki kościotwórczej przystrunowej polegają na stopniowem przekształcaniu się jej, początkowo w tkankę chrząstkową, a ostatecznie w tkankę kostną. W ten sposób powstaje — krąg *(vertebra)*, przyczem z części sklerotomu otaczającej strunę, rozwija się — trzon kręgowy *(corpus vertebrae)*, z części zaś okrywającej cewę rdzeniową drugi najważniejszy składnik kręgu, czyli — łuk kręgowy *(arcus vertebrae)*.

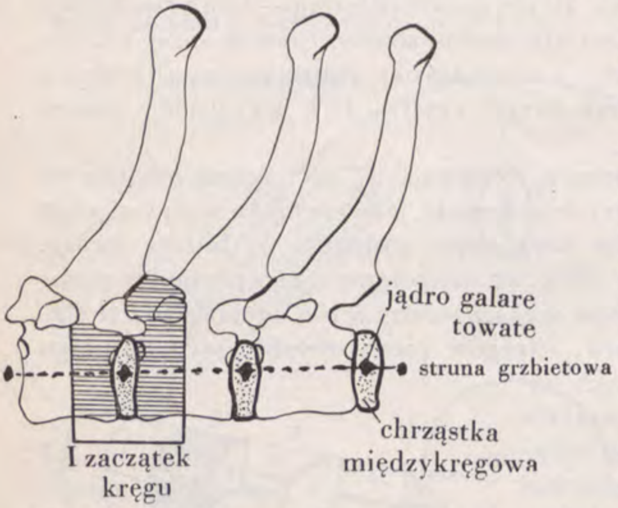
W międzyczasie z mjotomów rozwijają się pierwotnie odcinkowo rozmieszczone mięśnie, których znaczenie, jako czynnika wpływającego na ostateczne ukształtowanie kręgosłupa, zasługuje na bliższą uwagę. Istotnie jeśli uświadomimy sobie że sklerotomy, jako pochodne somitów muszą być rozmieszczone wzdłuż struny ściśle odcinkowo i że stanowią one zawiązki kręgów, »kręgów pierwotnych«, wynika z tego jasno, że układ tych ostatnich winien posiadać również charakter odcinkowy... I takby było istotnie, gdyby nie wpływ umięśnienia! Ono to skurczami swych włókien burzy plan pierwotny, niweczy granice między sąsiadującemi sklerotomami wprowadzając nowy stan rzeczy, który nazwiemy — metameryzacją wtórną kręgosłupa. Na czem ona polega? Sprawa jest bardzo prosta! Otóż każdy z kręgów ostatecznych rozwija się nie z odpowiedniego sklerotomu wzgl. somitu, (jakby tego należało oczekiwać!) lecz z dwóch sklerotomów sąsiadujących, a granice między kręgami odpowiadają nie granicom przylegających somitów, lecz płaszczyznom dzielącym owe somity na dwie połowy — przednią i — tylną.



Rys. 24. Schemat pięciometamerycznego (I-V) odcinka tułowia. Znaczenie skrótów: P—przegroda pośrodkowa, T — przegrody międzymięśniowe, S—przegroda pozioma, Me—umięśnienie nadosiowe, Mh—umięśnienie podosiowe, I-V—odcinki (metamery). Kreskowaniem i kropkowaniem oznaczono włókna mięsne. Jak widać z powyższego rysunku — żebro *(costa)* tworzy się w łonie przegrody poziomej i w przegrodzie mięśniowej (oznaczono grubszą linją!).

Tak powstaje — międzyodcinkowy albo typ wtórny kręgu większości kręgowców, w przeciwieństwie do — typu odcinkowego albo typu pierwotnego, występującego tylko u niektórych ryb. Podkreślam, iż czynnikiem rozczłonkowywującym ponownie tkankę koś-

ciotwórczą kręgosłupa, łamiącym jakgdyby pierwotny jej układ ściśle odcinkowy, przetwarzając go na układ międzyodcinkowy wtórny, jest zachowująca się przez dłuższy okres czasu, budowa odcinkowa umięśnienia! I tak stać się musiało, albowiem w przeciwnym razie obydwa końce każdego z mięśni przymocowywałyby się na tymże samym kręgu, a praca ich wyczerpywałaby się dosłownie na bezużytecznem zginaniu wzgl. łamaniu tego kręgu. Temu, niesłychanemu z punktu widzenia mechaniki, stanowi rzeczy zapobiega odcinkowanie wtórne kręgosłupa, albo co na jedno wychodzi — budowa międzyodcinkowa kręgów.



Rys. 25. Schemat metameryzacji wtórnej kręgów; część zakreskowana oznacza zasięg kręgu pierwotnego.

W miarę przeistaczania się tkanki kościotwórczej w kręgi, struna grzbietowa powoli zanika i wreszcie w obrębie trzonów ginie całkowicie, natomiast w przestrzeniach przedzielających poszczególne kręgi, przekształca się w część chrząstki międzykręgowej zwanej — jądrem galaretowatem *(nucleus pulposus)*.

Godne uwagi są również zmiany które zachodzą we wnętrzu przegród mięśniowych i przegrody poziomej. Istotnie, tkanka sklerotomalna je tworząca, przekształca się w tkankę kościotwórczą, z której rozwijają się — żebra *(costae)*, a to w ten sposób, iż każde z żeber powstaje z części przegrody poziomej i z odcinka dolnego przegrody międzymięśniowej. Z powyższego wynika że, w przeciwieństwie do kręgów, żebra zachowują pierwotny układ odcinkowy naskutek czego, każde z żeber łączy się nie z jednym lecz z dwoma sąsiadującemi kręgami.

Wobec tego, że przegrody międzymięśniowe (podobnie jak mjotomy) rozmieszczone są wzdłuż całego tułowia, żebra pierwotnie rozwijają się też zasadniczo na całej przestrzeni tułowia od głowy aż po ogon i dopiero naskutek wykształcenia się kończyn i trybu życia lądowego (oddechanie płucne i t. d.) obszar ich zasięgu kurczy się do odcinka piersiowego. Nie należy jednak zapomi-

nać, że jeżeli chodzi o zaczątki żeber, to powstają one zasadniczo wzdłuż całego kręgosłupa, a więc w okolicy szyjnej, lędźwiowej i krzyżowej, z tem jednak, iż już bardzo wcześnie zespalają się one całkowicie z odpowiednimi kręgami. Do sprawy tej zresztą powrócimy na właściwem miejscu.

Streszczając powyższe, przychodzimy do wniosku, że między kręgami i żebrami istnieje duży stopień »pokrewieństwa« co pozwoliło niektórym autorom uważać żebra za rodzaj wypustek odchodzących od kręgów wgłąb ścian bocznych tułowia.

A teraz, powracając raz jeszcze do sprawy skracania kręgosłupa ssaków w związku z wykształceniem się kończyn, jako właściwych narządów przenosinowych, jeden przykład da nam wymowny dowód szerokich wahań w zakresie liczby kręgów, a więc i bardzo różnego stopnia rozczłonkowania ciała: u — człowieka w skład kręgosłupa wchodzi przeciętnie 34 kręgi, natomiast u jednego z gadów kopalnych, węża żyjącego ongiś w morzach — ✝ *Archaeophis proavus* kręgosłup liczył 565 kręgów! Dla ścisłości muszę zaznaczyć iż jest to jednak najwyższa liczba jaką dotychczas spotykano u kręgowców!

KRĘGOSŁUP.

(Columna vertebralis).

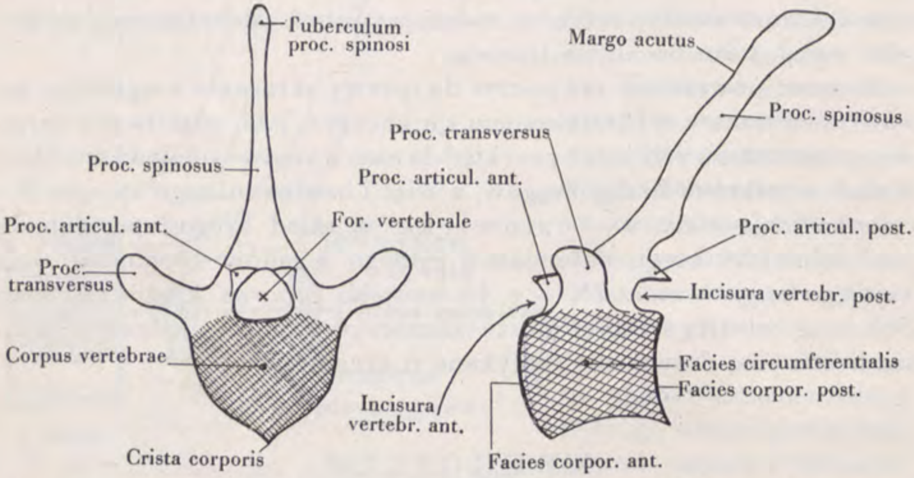
W skład kręgosłupa, zwanego dawniej — »stosem pacierzowym« lub »krzyżem« — wchodzi pewna, dla każdego jednak ssaka ściśle określona ilość — kręgów *(vertebrae)*, które poza nieistotnemi, wtórnemi różnicami wykazują pozatem liczne cechy wspólne. Są one dowodem, że zasadniczo kręgi są tworami równowartościowemi i że nie zdołały tego zatrzeć czynniki miejscowe związane z odmienną mechaniką każdego z odcinków kręgosłupa, mechaniką powodującą charakterystyczne odkształcenia od typu zasadniczego, o którym teraz będzie mowa.

Budowa kręgu przeciętnego. W — kręgu *(vertebra)* rozróżniamy dwie zasadnicze części (rys. 26) — trzon *(corpus vertebrae)* oraz łączący się z nim dwoma ramionami — łuk kręgowy *(arcus vertebrae s. arcus neuralis).*

Łuk wraz z trzonem ograniczają razem okrągławy — otwór kręgowy *(for. vertebrale).*

U osobników dorosłych trzon wraz z łukiem tworzą jedną niepodzielną całość natomiast u zarodka składniki te są oddzielone cienką warstwą istoty chrząstkowej.

T r z o n k r ę g o w y *(corpus vertebrae s. centrum)* (rys. 26) ma najczęściej kształt nieprawidłowego, poziomo ustawionego, krótkiego walca o jednej podstawie zwróconej ku przodowi t. j. w kierunku trzonu kręgu poprzedzającego jest to jego — p o w i e r z c h n i a t r z o n o w a p r z e d n i a *(facies corporis anterior* R. P.) i drugiej powierzchni skierowanej ku tyłowi, a więc graniczącej z kręgiem następnym, sta-



Rys. 26. Schemat budowy kręgu; obraz widziany od przodu (rysunek lewy) i od strony lewej (rysunek prawy). Kratownicą oznaczono powierzchnie trzonu kręgowego.

nowiącej jego — p o w i e r z c h n i ę t r z o n o w ą t y l n ą *(facies corporis posterior* R. P.).

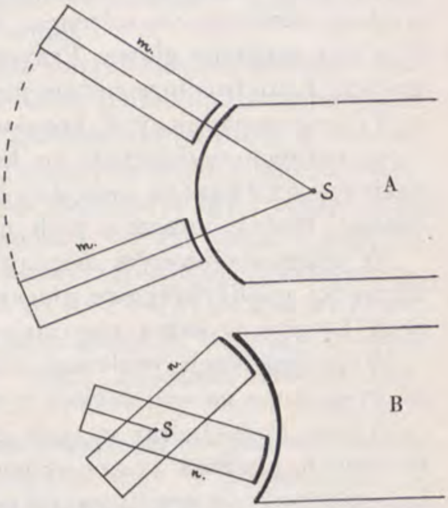
Powierzchnie trzonowe, łączące się w warunkach prawidłowych (np. u ssaka żywego) z chrząstkami międzykręgowemi, miewają u różnych ssaków odmienną postać. Zazwyczaj zarys powierzchni trzonowej ma kształt trójkąta o wierzchołku skierowanym ku dołowi i kątach zaokrąglonych lub owalu o długiej osi położonej poprzecznie albo pionowo. Przyczyny takich lub innych ukształtowań omawianych powierzchni nie są dotychczas wyjaśnione.

Ze względu na to, że obydwie powierzchnie trzonu służą do połączenia z trzonami kręgów sąsiadujących, należy je więc uważać za swoiste powierzchnie stawowe. Najczęściej powierzchnia trzonowa przednia jest rozleglejsza i sięga nieco dalej ku dołowi aniżeli powierzchnia trzonowa tylna. Jest to zrozumiałe albowiem zawsze (prócz Rękoskrzydłych) ruchy zginania tułowia są częstsze i mają większy zakres aniżeli ruchy prostowania.

Ukształtowanie owych powierzchni jest w obrębie kręgowców bar-

dzo różnorodne, a to oczywiście w ścisłym związku z postacią przemieszczalności, którą się dana istota posługuje.

Tem należy wytłumaczyć, że anatomja porównawcza rozróżnia aż pięć zasadniczych typów powiązania kręgów. Opiszemy je w krótkości: 1) — typ dwuwklęsły (amphikoiliczny) występuje — u ryb i u płazów ogoniastych, a więc u kręgowców u których cały kręgosłup wchodzi w grę przy wykonywaniu ruchów. Jak z samej nazwy wynika obydwie powierzchnie trzonów są mniej lub bardziej wydrążone, wklęsłe; 2) — typ przedniowklęsły (prokoiliczny) charakteryzuje istoty o przemieszczalności ogonowej, a przeto występuje on u gadów, a częściowo i u płazów bezogoniastych. W typie tym powierzchnia przednia trzonu jest wklęsła, powierzchnia zaś tylna jest kulisto wypukła. 3) — Typ siodełkowaty znajdujemy specjalnie u ptactwa, które cechuje duża i wielostronna ruchomość odcinka szyjnego kręgosłupa; 4) — typ tylnowklęsły (opisthokoiliczny) o powierzchni tylnej wyżłobionej pod postacią dołu i powierzchni przedniej wypukłej, występuje najczęściej w odcinku szyjnym zwłaszcza u Kopytnych. Wobec tego, że w danym przypadku trzony posiadają powierzchnię wypukłą zwróconą ku przodowi należy przeto wnosić, że raczej odcinek przedni kręgosłupa wraz z głową jest wyposażony w znaczną ruchomość. Pozostaje wreszcie 5) — typ płaski (akoiliczny), w którym obydwie powierzchnie trzonu zarówno przednia jak i tylna są w przybliżeniu płaskie charakteryzuje kręgosłup większości ssaków, za wyjątkiem kręgów Kopytnych. Tego rodzaju ukształtowanie kręgów świadczy, oczywiście o dużem zmniejszeniu sprężystości całego kręgosłupa, a co za tem idzie i o zmniejszeniu jego roli przenosinowej. Znaczenie biomechaniczne ukształtowania powierzchni stawowych trzonu (mam na myśli specjalnie postacie przednio—i tylnowklęsłą!) może być wyjaśnione w sposób następujący.



Rys. 27. Schemat ukształtowania powierzchni trzonowej przedniej dwóch kręgów (A i B).

Weźmy dwie belki, z których jedna, powiedzmy belka — A (rys. 27), kończy się powierzchnią kulisto wypukłą (typ opisthokoiliczny!) druga zaś — belka B wykazuje panewkowate wgłębienie (typ prokoiliczny). Oczywiście że owe «belki» stanowią w naszem doświadczeniu uproszczony obraz trzonów kręgowych.

Otóż, jeżeli teraz będziemy obracać po powierzchni wypukłej belki—A jakiekolwiek ciało — m (wyobrażające sąsiadujący krąg!) to okaże się, że zasięg ruchów będzie znacznie większy aniżeli, gdy w przypadku drugim (rys. 27) będziemy obracać podobne ciało — n po powierzchni wklęsłej belki — B. Przyczyna w różnicy zasięgu ruchów tkwi w tem, że podczas gdy w przypadku pierwszym oś obrotu (s) znajduje się w obrębie belki — A, w przypadku drugim oś ruchu jest przesunięta do wnętrza ciała — n, naskutek czego, następuje skrócenie promienia ruchu.

Wskazane zjawiska dadzą się również sprowadzić do optycznych własności zwierciadeł, przyczem typ opisthokoiliczny może być porównany do wypukłego zwierciadla — rozpraszającego, typ zaś prokoiliczny przedstawiałby zwierciadło wklęsłe — skupiające.

Na podstawie powyższego możemy powiedzieć, że kierunek powierzchni stawowej wypukłej trzonu wskazuje odcinek ciała o większej ruchomości, natomiast powierzchnia stawowa wklęsła jest zwrócona w stronę części ciała mniej ruchomej. A więc, ponieważ u gadów powierzchnia wypukła jest zwrócona ku tyłowi (typ prokoiliczny) a przeto bardziej ruchomym jest u nich odcinek tylny ciała, natomiast u Kopytnych u których, zwłaszcza w odcinku szyjnym kręgosłupa, powierzchnie trzonowe przednie są wypukłe (typ opisthokoiliczny), większą ruchomością odznacza się odcinek przedni kręgosłupa na którym jest osadzona głowa. Przyczyna tak swoistego ukształtowania kręgosłupa Kopytnych pozostaje niewyjaśniona.

Trzony sąsiadujących kręgów są połączone za pośrednictwem stawów pełnych należących do kategorji chrząstkozrostów. Noszą one nazwę — chrząstek międzykręgowych *(cartilagines intervertebrales)*. Będzie jeszcze o nich mowa przy opisie więzadeł kręgosłupa.

W silnie obciążonym mechanicznie odcinku krzyżowym kręgosłupa chrząstki międzykręgowe ulegają zanikowi powodując zrost sąsiadujących kręgów w jedną niepodzielną — kość krzyżową *(os sacrum)*.

W przypadkach wielkiego ciśnienia wywieranego wzdłuż długiej osi kręgosłupa co ma miejsce u ssaków wodnych *(Cetacea)* i grzebiących (np. *Talpa)* oraz w tych razach gdy tułów jest unieruchomiony w ramach płaszcza kostno-skórnego sąsiadujące kręgi posiadają wyraźną skłonność do zrostu swemi powierzchniami trzonowemi i w innych częściach kręgosłupa. Tak więc u opancerzonych + *Glyptodontidae (Xenarthra)* kręgi odcinka szyjnego (za wyjątkiem kręgu pierwszego) tworzą jedną niepodzielną kość, druga podobna powstaje przez zrost wszystkich kręgów piersiowych, trzecią stanowią ściśle ze sobą połączone odcinek lędźwiowy i krzyżowy i wreszcie czwarta »kość kręgosłupowa« jest produktem zespolenia wszystkich kręgów ogonowych (tom I, rys. 8).

U kręgowców o przemieszczalności tułowiowej, mam na myśli większość płazów oraz gady, w miejscach połączenia sąsiadujących trzonów kręgowych widnieją obszerne stawy jamowe, co przemawia za znaczną ruchomością całego kręgosłupa.

Trzecią powierzchnię trzonu stanowi t. zw. — powierzchnia obwodowa *(facies circumferentialis R. P.)* zwrócona ku dołowi i ku bokom (rys. 26). Zasługuje na podkreślenie że jest ona zawsze wypukła w kierunku poprzecznym a wklęsła w kierunku podłużnym, dzięki czemu trzon jako całość posiada postać zbliżoną do kształtu szpulki od nici. Tego rodzaju ukształtowanie powierzchni ujmowane bywa również pod nazwą — kształtu siodełkowatego.

Powierzchnia obwodowa bywa, albo gładka, lub też widnieje na niej wdole, wznoszący się pośrodkowo ostry — grzebień trzonowy *(crista corporis* R.P.), dzielący całą ową powierzchnię na dwa, lekko wgłębione, pola symetryczne: prawe i lewe (rys. 35). Grzebienie trzonowe są wyjątkowo silnie zaznaczone u Gryzoni tworząc u nich zarysowywujący się na powierzchni dolnej kręgosłupa podłużny — grzebień kręgosłupowy dolny *(crista vertebralis inf. R.P.).* Należy zauważyć że wysokość grzebienia trzonowego zwiększa się stale w kierunku ku tyłowi, czyli innemi słowy ów grzebień jest zawsze wyższy w części tylnej trzonu aniżeli w jego części przedniej.

Rola mechaniczna grzebienia nie jest dotychczas wyjaśniona. Jest rzeczą wielce prawdopodobną, że posiada on podobne znaczenie jakie posiada grzebień kolczysty po stronie grzbietowej (p. niżej) a więc że ma za główne zadanie zwiększenie wytrzymałości belki kręgosłupowej.

Powierzchnią rdzeniową *(facies medullaris* R.P.) trzonu możemy nazwać tę powierzchnię którą zwraca on ku górze a więc do światła otworu kręgowego. Jest ona zazwyczaj płaska. Widnieją na niej jeden lub dwa duże, symetryczne — otwory naczyniowe *(forr. vascularia)* przedzielone wąskim mostkiem kostnym. Otwory te służą do pomieszczenia żył opuszczających istotę gąbczastą trzonu kręgowego.

Długość trzonu podlega dość wielkim wahaniom nietylko u różnych przedstawicieli ssaków ale nie jest również stała w poszczególnych odcinkach kręgosłupa tego samego gatunku. Naogół daje się stwierdzić, że długość trzonu jest w stosunku prostym do długości danego odcinka ciała, a w stosunku odwrotnym do stopnia jego ruchomości.

Pod względem rozwojowym — trzon jako taki jest tworem złożonym, powstałym z trzech ośrodków kostnienia. Istotnie, u osobników młodych w trzonie wyróżnić można dwie cienkie, blaszkowate — nasady *(epiphyses)* tworzące powierzchnie trzonowe przednią i tylną, oraz łączącą je część pośrodkową — trzon *(diaphysis)* zbudowany z istoty gąbczastej, wykazującej beleczkowanie o kierunku podłużnym (wzdłuż linji ciśnień i rozciągań kręgosłupa). U ssaków dorosłych powyższe składniki zrastają się w jedną całość i jedynie u Waleniowatych i u ras świń skłonnych do tycia (np. Yorkshire) nasady trzonów zachowują poprzez cały okres życia zupełną niezależność, wzgl. zrastają się dopiero w podeszłym wieku. Należy zaznaczyć że obecność nasad stanowi jedną z cech charakterystycznych ssaków, albowiem u wszystkich innych kręgowców trzony kręgów są beznasadowe.

U Stekowców nasady występują jedynie w kręgach ogonowych.

W miejscu połączenia trzonu z łukiem, widnieje naprzedzie — wcięcie kręgowe przednie *(incisura vertebralis ant.)* wtyle zaś podobne ale znacznie głębsze — wcięcie kręgowe tylne *(incisura vertebralis post.)*. (rys. 26, 35). Wcięcie kręgowe przednie jednego kręgu ogranicza z wcięciem kręgowem tylnem kręgu poprzedzającego dość duży — otwór międzykręgowy *(for. intervertebrale)* przez który wychodzi z przewodu kręgosłupowego nerw rdzeniowy. Wcięcia kręgowe są położone w punktach mechanicznie martwych kręgosłupa (brak ciśnień i rozciągań!) i są wywołane tem że nerwy rdzeniowe opuszczające rdzeń rozwijają się nieco wcześniej aniżeli zawiązki kostne kręgowe. Zupełnie w podobnych warunkach i w tych samych okolicznościach powstają liczne otwory nerwowe rozmieszczone w podstawie czaszki.

Wcięcie kręgowe tylne bywa niekiedy przekształcone przez cienką blaszkę kostną w — otwór międzykręgowy prosty *(for. intervertebrale simplex* R. P.), w skład którego już nie wchodzi oczywiście w tym przypadku wcięcie kręgowe przednie kręgu następnego. Ma to miejsce np. u Przeżuwaczy w odcinku piersiowym kręgosłupa (rys. 29).

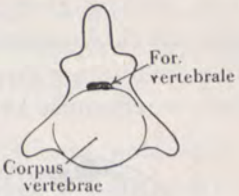
Łuk kręgowy *(arcus vertebralis* s. *arcus neuralis)* czyli drugi główny składnik kręgu ma kształt szerokiej lecz raczej cienkiej blaszki kostnej otaczającej z boków i od góry obszerny — otwór kręgowy *(for. vertebrale)* służący do pomieszczenia rdzenia kręgowego (rys. 26, 38). Otwór ten w rzeczywistości ma postać krótkiego przewodu o zarysie okrągłym lub trójkątnawym, ciągnącego się w kierunku strzałkowym. Wielkość otworu jest w pewnym stosunku do stopnia ruchomości poszczególnych części kręgosłupa: w odcinkach bardziej ruchomych światło otworu jest zawsze nieco większe aniżeli w odcinkach o ruchomości ograniczonej.

W rzadkich przypadkach zaczątki łuku kręgowego mogą nie podlegać prawidłowemu zcaleniu naskutek czego otwór kręgowy pozostaje po stronie grzbietowej otwarty. Objaw ten znany jest pod nazwą — rozszczepu kręgowego *(spina bifida)*.

U niektórych form Kopalnych zpośród Waleniowatych (np. u ✝ *Pachyacanthus*, u ✝ *Cetotherium)* otwór kręgowy był bardzo silnie przewężony naskutek zagęszczenia tkanki kostnej *(pachyostosis)* (rys. 28).

Łuki sąsiadujących kręgów są przedzielone przez mniej lub bardziej wąskie — przestrzenie międzyłukowe *(spatia interarcualia)*. Najobszerniejszemi są owe przestrzenie w odcinku szyjnym i lędźwiowym (rys. 1, 22) kręgosłupa, a u ssaka z zachowanemi częściami miękkiemi są one całkowicie wypełnione przez włókna więzadłowe.

Od części górnej łuku odchodzi, pośrodkowo ustawiony, kierujący się wzwyż — wyrostek kolczysty *(proc. spinosus s. neurapophysis)*. Ma on zazwyczaj kształt wydłużonej i z boków silnie spłaszczonej blaszki (rys. 26, 29), kończącej się nabrzmieniem zwanem — guzkiem wyrostka kolczystego *(tuberculum proc. spinosi* R. P.).



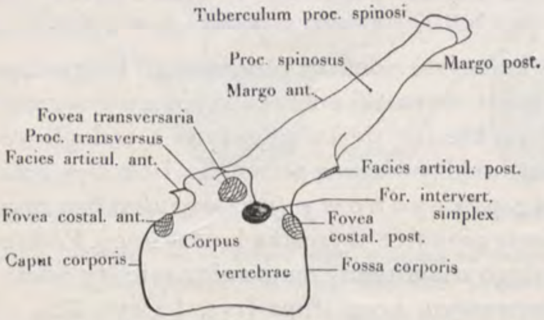
Rys. 28. Krąg pachyostotyczny, w którym światło otworu kręgowego *(for. vertebrale)* uległo znacznem przewężeniu.

W wyrostku opisujemy dwie szerokie i płaskie — powierzchnie boczne *(facies lat.)*: — prawą i — lewą, oraz dwie krawędzie: ostrą — krawędź przednią *(margo ant.)* i tępą, często wyżłobioną i chropowatą — krawędź tylną *(margo post.)*.

Sąsiadujące wyrostki kolczyste są przedzielone (rys. 25) — przestrzeniami międzykolcowemi *(spatia interspinosa)* od wielkości których zależy, w znacznej mierze, ruchomość kręgosłupa. U ssaka żywego wspomniane przestrzenia są wypełnione krótkiemi pasmami włókien więzadeł międzykolcowych.

Wtyle, u podstawy wyrostka, widnieją często (np. u Kopytnych) dwa symetryczne, głębokie — dołki więzadłowe *(foveae ligamentosae* R. P.).

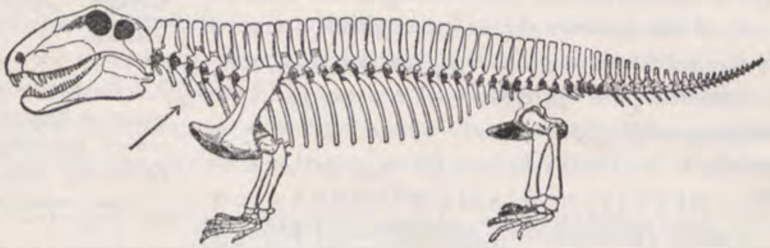
Znaczenie wyrostków kolczystych jest dwojakie: z jednej strony służą one za miejsce przyczepu dla mięśni i więzadeł kręgosłupowych — z drugiej zaś przyczyniają się w bardzo znacznym stopniu do zwiększenia wytrzymałości całego kręgosłupa na zgięcie, a mianowicie przez nadanie mu kształtu belki o dużej wysokości. Wszak takąże samą postać nadają inżynierowie przęsłom (np. »dwuteowniki«) podtrzymującym stropy budowli, stwierdzono bowiem oddawna, że z dwóch belek o takiej samej masie i o takim samym przekroju prostokątnym, wytrzymalszą na zgięcie jest ta belka, której wysokość jest większa.



Rys. 29. Krąg piersiowy — krowy widziany zboku.

Zarówno długość, wysokość jak i kształt oraz kierunek a więc kąt nachylenia wyrostków kolczystych (rys. 22) podlegają licznym odchyleniom, spowodowanym zmienną statyką poszczególnych odcinków

kręgosłupa, przyczem jeżeli chodzi o wysokość to wpływa na nią w głównym stopniu wielkość wagi ciała oraz ciężar głowy i ogona (rys. 22). Tem należy wytłumaczyć, że u ssaków posiadających dużą, ciężką głowę (np. u bizona, u żubra) i długi ogon (np. u Kotowatych) okolica piersiowa i lędźwiowa kręgosłupa są wyposażone w silnie rozwinięte wyrostki (tom I rys. 34, 28). Pozatem w grę wchodzi również i ruchomość kręgosłupa a mianowicie w tem znaczeniu, że wysokość



Rys. 30. Kościec gada dolnopermskiego — ✝ *Sphenacodon* (wg. Williston'a). Zasługuje na uwagę: kierunek wyrostków kolczystych, obecność żeber szyjnych i brzusznych oraz budowa czaszki i kończyn.

wyrostków jest naogół tem mniejsza, im dany odcinek jest bardziej ruchomy i odwrotnie. Tak więc naprzykład bardzo ruchome kręgi szyjne posiadają wyrostki znacznie niższe aniżeli nieomal unieruchomione kręgi piersiowe.

Jedynie odmienną statyką całego ciała oraz swoistą przemieszczalnością typu czołgowego można wytłumaczyć, że wyrostki kolczyste wszystkich odcinków kręgosłupa, są u gadów (rys. 30) skierowane wprost do góry i że są niewspółmiernie silnie rozwinięte w stosunku do masy ciała.

U czworonogich wyrostki kolczyste odcinka piersiowego kręgosłupa są zwrócone ku tyłowi, natomiast wyrostki odcinka szyjnego i wyrostki odcinków tylnych kręgosłupa kierują się ku przodowi t. j. dogłowowo (rys. 1 i 22). Na pograniczu między okolicą piersiową i okolicą lędźwiową widnieje t. zw. — k r ą g p r z e p o n o w y *(vertebra diaphragmatica)*, którego cechuje ustawienie pionowe wyrostka kolczystego. Podobne położenie wyrostka kolczystego znajdujemy na granicy między odcinkiem szyjnym i odcinkiem piersiowym kręgosłupa (rys. 1 i rys. 22).

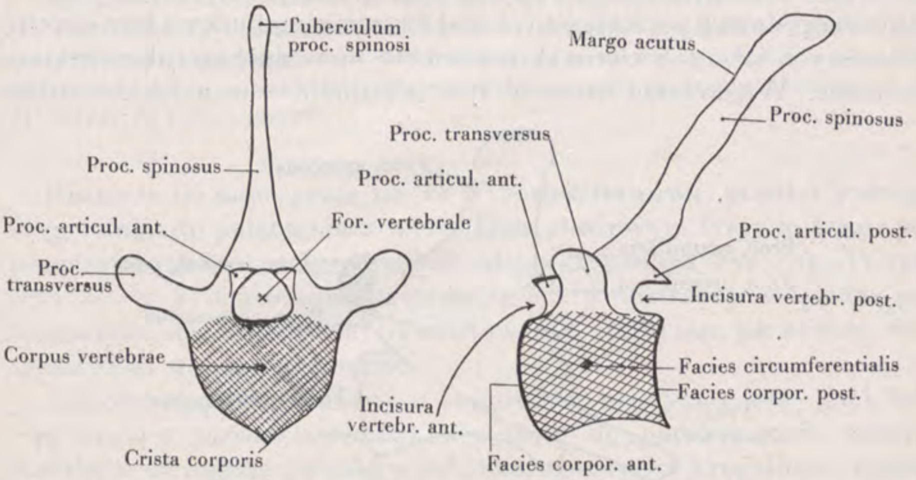
U spionizowanego człowieka a częściowo i u *Anthropomorphae* wyrostki wszystkich kręgów zmierzają ku tyłowi (ku dołowi!).

Poza nieparzystym wyrostkiem kolczystym, od łuku odchodzą po każdej stronie jeszcze trzy silne wyrostki (rys. 31), z których jeden najbardziej rzucający się w oczy — w y r o s t e k p o p r z e c z n y *(proc. transversus s. diapophysis)* jest skierowany bocznie i służy za oparcie dla żebra. W tym celu jest on wyposażony w drobną, zazwyczaj lekko wklęsłą powierzchnię stawową. Należy zaznaczyć, że w odcinkach

kręgosłupa pozbawionych prawidłowo rozwiniętych żeber a raczej posiadających je jedynie pod postacią szczątkową (np. odcinek szyjny, lędźwiowy i krzyżowy), zrastają się one całkowicie z wyrostkiem poprzecznym, tworząc mocny, wydłużony, — wyrostek żebrowopoprzeczny *(proc. costotransversarius)* oddzielony w odcinku szyjnym od rzeczywistego wyrostka poprzecznego za pośrednictwem t. zw. — otworu poprzecznego (rys. 33).

Dwa pozostałe wyrostki mają za zadanie zapewnienie połączenia z sąsiadującemi kręgami. Są to: — wyrostek stawowy przedni *(proc. articularis ant. s. praezygapophysis)*, oraz — wyrostek stawowy tylny *(proc. articularis post. s. postzygapophysis)*.

Zarówno kształt jak i położenie wyrostków stawowych są bardzo zmienne, co stoi oczywiście w ścisłym związku z rodzajem i zakresem ruchów wykonywanych danym odcinkiem kręgosłupa (rys. 32 i 36). W związku z powyższem dają się rozróżnić dwa zasadnicze typy wy-



Rys. 31. Schemat budowy kręgu; obraz widziany od przodu (rysunek lewy) i od strony lewej (rysunek prawy). Kratownicą oznaczono powierzchnie trzonu kręgowego.

rostków stawowych: — typ przysadzisty *(proc. articularis sessilis* R. P.) oraz — typ wyniosły *(proc. articularis proeminens* R. P.).

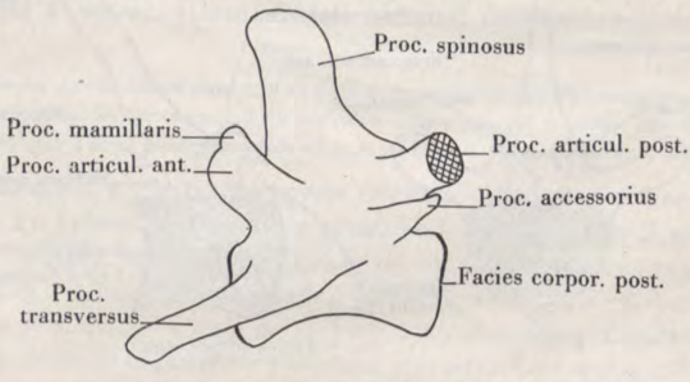
W — typie przysadzistym, charakteryzującym wyrostki stawowe odcinka szyjnego i piersiowego kręgosłupa aż do kręgu przeponowego, wyrostki są nisko osadzone i mało wyodrębnione od łuku, natomiast w — typie wyniosłym który spotykamy od kręgu przeponowego wstecz aż po kość krzyżową wyrostki mają kształt mniej lub bardziej wysokich słupków.

Powierzchnie stawowe *(fac. articulares)* wyrostków stawowych mogą się kształtować trojako: pod postacią — powierzchni płaskich

(np. w odcinku szyjnym człowieka), jako—wycinki kuli (np. w odcinku piersiowym człowieka) i wreszcie jako — powierzchnie walcowate (np. w odcinku lędźwiowym kręgosłupa człowieka).

Rozumie się samo przez się, że jeżeli np. wyrostek stawowy tylny ma postać walca pełnego to łączący się z nim wyrostek stawowy przedni kręgu następnego musi mieć panewkę walcowato wydrążoną i t. p. Poza kształtem samej powierzchni stawowej dużą rolę biomechaniczną odgrywa również i kierunek ustawienia owej powierzchni, tak czy inaczej ukształtowanej. Otóż, kierunek danej powierzchni oznaczamy, oczywiście, w stosunku do trzech głównych płaszczyzn wytycznych: poprzecznej, poziomej i strzałkowej. A więc np. płaska powierzchnia wyrostka stawowego górnego kręgu szyjnego człowieka leży w płaszczyźnie ciągnącej się ukośnie wdół i ku tyłowi a powierzchnia wyrostka stawowego tylnego kręgu lędźwiowego znajduje się w płaszczyźnie strzałkowej i t. d.

W związku z bardzo różnorodną dynamiką poszczególnych odcinków kręgosłupa u poszczególnych ssaków zarówno budowa powierzchni stawowych jak i ich kierunek ustawienia są w dość szerokim zakresie zmienne. Wiadomości nasze w tym przedmiocie są narazie szczupłe.



Rys. 32. Krąg lędźwiowy — psa widziany zboku.

Co się tyczy stosunków wzajemnych między wyrostkami stawowemi, mam na uwadze oczywiście stosunek wyrostków stawowych tylnych jednego kręgu do wyrostków stawowych przednich kręgu następnego, to w tym kierunku dadzą się wypowiedzieć dwie zasady wytyczne: 1) wyrostki stawowe przednie obejmują zawsze od zewnątrz wyrostki stawowe tylne kręgu poprzedzającego; 2) w odcinku szyjnym i w odcinku piersiowym kręgosłupa wyrostki stawowe tylne jednego kręgu opierają się na wyrostkach stawowych przednich kręgu następnego, natomiast w odcinku lędźwiowym sprawa przedstawia się odwrotnie—

wyrostki stawowe przednie kręgu dalszego dachówkowato nakładają się od góry na wyrostki stawowe tylne kręgu poprzedzającego. Biorąc pod uwagę powyższy stan rzeczy staje się jasnem że rola wyrostków stawowych sprowadza się nietylko do zapewnienia ruchomości kręgosłupowi, ale że stanowią one zarazem ważny składnik statyczny belki kręgosłupowej. Składnik który w wysokim stopniu zapewnia utrzymanie prawidłowego wysklepienia kręgosłupa. Byłoby rzeczą niezmiernie pouczającą poznanie wzajemnych stosunków wyrostków stawowych u innych kręgowców o odmiennej przemieszczalności i o odmiennem ustawieniu tułowia, mam oczywiście w pierwszym rzędzie na myśli — gady (rys. 30).

Obydwa wyrostki stawowe przednie przedziela — wcięcie międzywyrostkowe przednie (*incisura intertubercularis ant.* R. P.), a podobne — wcięcie międzywyrostkowe tylne (*incisura intertubercularis post.* R. P.) odgranicza od siebie wyrostki stawowe tylne.

Szerokość owych wcięć nie jest na całym przebiegu kręgosłupa jednakowa z czego wynika, że i rozstawienie t. j. wzajemne oddalenie wyrostków stawowych jest zmienne. Tak więc, podczas gdy w odcinku szyjnym wcięcia międzywyrostkowe są szerokie, w odcinku piersiowym są bardzo wąskie i dopiero w odcinku lędźwiowym ulegają zwolna poszerzeniu, w miarę tego jak się zbliżamy do kości krzyżowej.

Rozumie się samo przez się, że wyrostek stawowy przedni jednego kręgu służy do połączenia z wyrostkiem stawowym tylnym kręgu poprzedzającego i tak na przestrzeni całego kręgosłupa (rys. 25). W tym celu każdy z wyrostków stawowych jest zaopatrzony w gładką powierzchnię stawową rodzaj ukształtowania której jest, jak zawsze, wykładnikiem stopnia ruchomości.

Szeroko rozpowszechniony u kręgowców niższych t. zw. — łuk naczyniowy *(arcus haemalis)*, a służący do pomieszczenia naczyń, u ssaków występuje jedynie w odcinku ogonowym kręgosłupa. Składa się on z dwóch krótkich listewek — wyrostków naczyniowych *(proc. haemales)* odchodzących od powierzchni obwodowej trzonu i kierujących się wdół. Kończą się one wolno lub też łączą się ze sobą końcami, ograniczając wraz z trzonem drobny tunelowaty — otwór naczyniowy *(for. haemale)*.

Niezależnie od powyżej opisanych wyrostków, spotykamy na kręgach ponadto swoiste wyniosłości, spowodowane przyczepami mięśni i więzadeł. Są to — wyrostki sutkowate *(proc. mamillares)* i wyrostki dodatkowe *(proc. accessorii)*, ze względu jedna to, iż nie należą one do składników stałych, zajmiemy się więc niemi przy opisie odnośnych typów kręgów.

Według H. G a d o w'a (1896) krąg Lądowców pierwotnych (np. ✝ *Stegocephala*) składał się z czterech par wpełni niezależnych od siebie jednostek kostnych. Były to: dwa — ***basidorsalia***, dwa—***basiventralia***, dwa—***interdorsalia***, i wreszcie dwa—***interventralia***. U ssaków ***interdorsalia*** giną bez śladu, ***basiventralia*** tworzą w odcinku ogonowym kręgosłupa wyrostki naczyniowe, z ***interventralia*** powstaje nieomal cały trzon a ***basidorsalia*** wchodzą w skład łuku oraz wyrostka kolczystego.

Z powyższego wynika że nawet uproszczony krąg ssaków jest tworem złożonym, w budowie którego bierze udział cztery a w odcinku ogonowym aż sześć odrębnych jednostek kostnych. Wykładnikami konstytucji złożonej kręgu są w rozwoju osobniczym liczne ośrodki kostnienia z których przynajmniej trzy występują w trzonie a dwa w łuku kręgowym.

P o d z i a ł k r ę g o s ł u p a. Ze względu na odmienne stosunki i różną budowę kręgów, przyjęto rozróżniać w kręgosłupie ssaków pięć zasadniczych odcinków, opisem szczegółowym których zajmiemy się poniżej.

Należy zaznaczyć że na tak wysokie zróżnicowanie kręgosłupa wpłynął w pierwszym rzędzie tryb życia lądowy ssaków, związany z oddechaniem płucnem i silnem rozwinięciem kończyn nośnych. Iż tak jest istotnie dowodem tego budowa kręgosłupa u kręgowców wodnych, które cechuje długi wrzecionowaty tułów o niewyosobnionym odcinku szyjnym, oraz potężny ogon, stanowiący wobec słabego rozwoju kończyn (wzgl. płetw) właściwy narząd ruchu. U kręgowców tych różnice między poszczególnemi okolicami kręgosłupa są bardzo słabo zaznaczone.

Jak wielkim jest wpływ kończyn na budowę kręgosłupa, za dowód służyć mogą niektóre kręgowce lądowe bezkończynowe (np. zpośród gadów — węże) i nieliczne ssaki wtórnie przystosowane do życia wodnego (np. Waleniowate), u których kręgosłup przybrał postać przypominającą budowę kręgosłupa kręgowców wodnych.

Stajemy więc tutaj w obliczu w s p ó ł z a l e ż n o ś c i n a r z ą d ó w, o której była wzmianka poniżej (tom I, str. 222). Jeżeli chodzi w danym przypadku o kręgosłup, to wiąże go objaw współzależności z rodzajem ukształtowania kończyn, a pośrednio i z warunkami bytowania.

Tak więc dzięki wspomnianym czynnikom, u ssaków rozróżniamy w kręgosłupie następujące odcinki:

A. O d c i n e k s z y j n y *(pars cervicalis)* zwany również — o d c i n k i e m p r z e d m o s t k o w y m (H o w e s i S w i n n e r t o n — 1901) powstał naskutek przesunięcia się pasa barkowego ku tyłowi i zaniku narządu skrzelowego, jest przeto poniekąd wykładnikiem bytowania lądowego. Charakteryzuje go brak samoistnych żeber szyjnych i znaczna gibkość ułatwiająca ruchy głowy i w związku z tem duże

ułatwienie w nastawianiu telereceptorów[1]) na podniety płynące ze świata zewnętrznego (rys. 1, 22).

Długość odcinka szyjnego jest w głównej mierze funkcją długości kończyn oraz techniki pobierania pokarmu (rys. 34).

B. Odcinek piersiowy *(pars thoracalis)* albo — odcinek mostkowy (H. i S.) albo lepiej — odcinek żebrowy (R. P.) cechuje ścisły stosunek kręgów do dobrze rozwiniętych i ruchomych żeber, które przyjęły ważną rolę w oddechaniu płucnem. Pozatem w odcinku piersiowym kręgi zachowały budowę najbardziej zbliżoną do typu opisanego poprzednio, cały zaś odcinek odznacza się stosunkowo bardzo małą ruchomością (rys. 1, 22).

C. Odcinek lędźwiowy *(pars lumbalis)* albo odcinek — zamostkowy (H. i S.) stanowi część kręgosłupa umieszczoną między klatką piersiową i obręczą miedniczną.

Podobnie jak odcinek szyjny, jest on pozbawiony prawidłowo rozwiniętych żeber, a to naskutek ciągłych i znacznych zmian pojemności jamy brzusznej (pobieranie pokarmu, oddawanie moczu i kału, ciąża) i dużej ruchomości tej części tułowia zwłaszcza u niektórych Mięsożernych. Tem należy wytłumaczyć, iż długość odcinka lędźwiowego jest w stosunku prostym do stopnia gibkości okolicy lędźwiowej ciała (rys. 1, 22 i 30).

D. Odcinek krzyżowy *(pars sacralis)* cechuje mniej lub bardziej ścisłe połączenie kręgów z kośćmi biodrowemi obręczy miedniczej, dzięki czemu poszczególne kręgi odcinka zrastają się między sobą dając początek niepodzielnemu tworowi, zwanemu — kością krzyżową *(os sacrum)* (rys. 22).

Bliski stosunek odcinka krzyżowego z kośćmi biodrowemi spowodowany został stałym uciskiem wywieranym na nie przez kończyny tylne, które u ssaków stały się nietylko, jak kończyny przednie, narządami nośnemi ale również i narządami popędowemi.

U Lądowców pierwotnych, mam na myśli płazy oraz u ssaków, które utraciły wtórnie kończyny tylne *(Cetacea, Sirenia)*, związek między obręczą miedniczną i kręgosłupem jest bardzo luźny, czego wyrazem jest małe zindywidualizowanie kości krzyżowej.

Nieposlednią rolę w powstaniu zwartego i nieruchomego odcinka krzyżowego odgrywa i postawa całego ciała, czego wyrazem są chociażby gady wykopaliskowe — ✝ *Dinosauria*, które jak wiadomo posiadały postawę półspionizowaną, a u których kość krzyżowa nietylko że posiadała postać zupełnie wyosobnioną, ale obejmowała do dziesięciu kręgów, podczas gdy u pozosta-

---

[1]) Telereceptorami nazwał C. S. Sherington narządy zmysłów odbierające podniety dochodzące z oddala (narządy wzroku, słuchu i powonienia).

łych gadów liczba kręgów krzyżowych nie przekracza dwóch. To samo da się powiedzieć i o ptactwie o postawie podobnej do postawy owych gadów, a u którego w obrębie zasięgu wpływów kończyn dolnych (tylnych), poza kością krzyżową, znajdują się jeszcze kręgi lędźwiowe i kręgi ogonowe.

E. Odcinek ogonowy *(pars caudalis)* wykazuje daleko idące uwstecznienie w budowie swych składników w związku z przejęciem roli popędowej ogona przez kończyny tylne (rys. 1 i 22).
Znaczenie odcinka ogonowego ssaków jest bardzo różnorodne, lecz naogół bardzo ograniczone, co tłumaczy jego wybitną zmienność zarówno w zakresie długości jak i budowy. Nie należy jednak z tego wyciągać wniosku, iż jest on narządem szczątkowym a więc zanikowym albowiem takie postawienie sprawy w stosunku do wszystkich ssaków byłoby niesłuszne (np. u postaci nadrzewnych i wodnych). A jeżeli chodzi o określenie, to miano »narządu uwstecznionego« w stosunku do swych zadań pierwotnych popędowych, uznać należy za bardziej odpowiadające rzeczywistości.

Pomimo bardzo dużych różnic w długości tułowia u poszczególnych ssaków, ilość kręgów wchodzących w skład kręgosłupa nie wykazuje zbyt wielkich odchyleń i wynosi przeciętnie 50 (p. zestawienie podane niżej) z czego wynika, że liczba odcinków (metamerów), na którą rozczlonkowywuje się ciało ssaków odpowiada w przybliżeniu owej ilości. Piszę w przybliżeniu nie biorę bowiem tutaj pod uwagę »odcinków głowowych«, wchodzących w skład czaszki oraz pewnej liczby metamerów, które już w obrębie rozwoju utajonego podlegają zanikowi.
U innych kręgowców wahania w zakresie liczby kręgów są bardziej rozległe, co stoi w ścisłym związku ze stopniem metameryzacji całego ciała i stopniem rozwoju ogona. I tak podczas gdy u takiej — *Aglossa (Anura)* ilość kręgów wynosi tylko 9, u gada wykopaliskowego — *Archaeophis proavus* osiągała 565! U ryb kręgosłup obejmuje 15 - 400 kręgów. Przyczyna tak znacznych odchyleń liczbowych w rozczłonowaniu osi ciała pozostaje dotąd zagadką, jak zresztą niewyjaśnioną jest i sama istota metameryzacji.
Analizując skład liczebny każdego z odcinków stwierdzimy z łatwością, iż najbardziej zmiennym jest — odcinek ogonowy, natomiast zastanawiającą stałość wykazuje — odcinek szyjny! Wahania w pozostałych odcinkach są już bardziej ograniczone, przyczem na baczniejszą uwagę zasługuje odcinek piersiowy, jako jeden ze składników klatki piersiowej.

A oto kilka danych odnoszących się do stanu liczebnego kręgosłupa niektórych ssaków.

(*Ce* — oznacza kręgi szyjne; *Th* — piersiowe; *L* — lędźwiowe; *S* — krzyżowe *Ca* — ogonowe.

	Ce.	*Th.*	*L.*	*S.*	*Ca.*	Razem (przeciętnie)
Hominidae	7	12	5	5	4 — 5	33 — 34
Equus caballus	7	17 — 19	6	5	15 — 19	52 — 54
Equus asinus	7	17 — 19	5	5	16 — 20	52 — 54
Bovidae	7	12 — 14	6	5	18 — 20	48 — 52
Camelidae	7	12 — 13	7	5	13 — 20	44 — 52
Ovinae	7	12 — 14	6	4 — 5	3 — 24	44
Caprinae	7	12 — 14	6	4 — 5	11 — 16	44
Suidae	7	14 — 17	7	4	20 — 23	54
Carnivora	7	13	7	3	20 — 23	51
Leporidae	7	12 — 13	7	4	16	47
Caviidae	7	12 — 13	6	4	6 — 7	36

Co się tyczy człowieka to warto nadmienić, iż według F o l'a skład liczebny kręgosłupa u zarodka jest nieco większy, wynosi bowiem 38 kręgów, z czego należy sądzić, że sprowadzenie do ilości przeciętnej 33-34 odbyło się kosztem odcinka ogonowego kręgosłupa. Trudno przy stanie obecnym wiedzy wyjaśnić przyczynę owego uwstecznienia ogona u człowieka, jest jednak rzeczą wielce prawdopodobną że pewną rolę odegrać w tem musiała pionizacja ciała.

Zmienność liczebna poszczególnych odcinków daje się częściowo wytłumaczyć na podstawie badań E. R o s e n b e r g'a (1896). Anatom ten zwrócił uwagę na ciekawy objaw, który i przedtem budził żywe zainteresowanie świata naukowego, polegający na tem, że zarówno podczas rozwoju osobniczego jak i w czasie rozwoju rodowego daje się stwierdzić przesuwanie punktu przymocowania obręczy miednicznej do kręgosłupa ku przodowi. W ten sposób następuje znamienne skrócenie odcinków przedkrzyżowych co jest właściwie równoznaczne ze skróceniem tułowia.

Przesuwanie się granic międzyodcinkowych występuje wyjątkowo często na pograniczu między odcinkiem piersiowym i lędźwiowym, dzięki czemu już nawet w obrębie gatunku zachodzą częste liczbowe odchylenia, bądź na korzyść odcinka piersiowego, (naskutek występowania dodatkowych żeber piersiowych), bądź też na korzyść odcinka lędźwiowego (przez utratę żeber piersiowych końcowych).

Na tem nie koniec! Bliższe wniknięcie w powyższe zestawienie pozwala na wyciągnięcie ciekawego wniosku, który dałby się streścić pod

postacią formuły: »krąg — kręgowi nierówny«. Chodzi tutaj o praktykowane zwykle utożsamianie kręgów różnych ssaków li tylko na podstawie ich zewnętrznego wyglądu. Mówimy np. że krąg lędźwiowy człowieka jest tworem homologicznym w stosunku do kręgu lędźwiowego np. konia. Czy stanowisko takie jest jednak słuszne? Zobaczmy na przykładzie! Weźmy I krąg lędźwiowy człowieka! Jest on dwudziestym kręgiem porządkowym kręgosłupa, powstaje przeto z dwudziestego somitu... Z dwudziestego somitu konia powstaje jednak XIII krąg piersiowy, za którym jest jeszcze 5 kręgów piersiowych i dopiero wtyle od nich widnieje pierwszy krąg lędźwiowy lecz rozwijający się z dwudziestego szóstego somitu... W grę więc wchodzi różnica sześciu somitów t. j. sześciu odcinków ciała a to jest zbyt wiele by można było przejść ponad tym faktem do porządku dziennego! A przeto jeżeli istotą homologji jest między innemi toż samo pochodzenie, to w danym przypadku, biorąc rzecz ściśle, mamy do czynienia raczej z czynnościowem upodobnieniem owych kręgów aniżeli z pełną równowartościowością. Powyższy przykład wskazuje dobitnie jak wielką należy zachować ostrożność przy przeprowadzaniu homologizacji jakichkolwiek narządów.

A teraz na zakończenie kilka słów tyczących się cech ewolucyjnych kręgosłupa. Wprawdzie uważny Czytelnik mógłby sam wyciągnąć odpowiednie wnioski, temniemniej uważam za pożądane podanie ich już w postaci gotowej.

A więc do cech pierwotnych (t. j. tych, które występują u ssaków niższych) kręgosłupa należą:

1) znaczna ilość kręgów przedkrzyżowych;
2) duża liczba żeber, a więc długi odcinek piersiowy;
3) odcinek krzyżowy składający się z małej ilości kręgów;
4) znaczna ilość kręgów ogonowych.

Do cech postępowych, charakteryzujących ssaki wyższe, zaliczamy:

1) skrócenie odcinków przedkrzyżowych;
2) skrócenie klatki piersiowej i odcinka piersiowego kręgosłupa;
3) wydłużenie kości krzyżowej naskutek objęcia przez nią większej ilości kręgów;
4) skrócenie odcinka ogonowego.

Oczywiście że powyższe dane mogą służyć jedynie jako pewne wytyczne ogólne przy próbach oceny cech, albowiem pojęcia takie jak »ssaki niższe«, czy to »ssaki wyższe«, posiadają treść raczej konwencjonalną, opierającą się bardzo często na zestawieniach ze stosunkami panującemi u człowieka.

A. Odcinek szyjny. W skład odcinka szyjnego wchodzi u wszystkich ssaków (a więc zarówno u długoszyjnej żyrafy jak u krótkoszyjnego kreta) siedem — kręgów szyjnych *(vertebrae cervicales)*.

Wyjątek od tej zasady stanowią: — *Manatus (Sirenia)* i — *Choloepus (Xenarthra)*, posiadające tylko sześć kręgów, oraz — *Bradypus (Xenarthra)* wykazujący ich osiem do dziewięciu.

Warto zaznaczyć, że owa zastanawiająca stałość liczby kręgów możliwą jest jedynie dzięki wielkiej zmienności w długości ich trzonów, w tem znaczeniu, że istoty krótkoszyjne (np. człowiek, świnia, ssaki wodne i ssaki ryjące) posiadają trzony kręgów spłaszczone, natomiast u ssaków długoszyjnych (np. koń, żyrafa i t. d.) trzony posiadają kształt wydłużony (rys. 22, 34).

Jeżeli chodzi specjalnie o — Kopytne, to naogół wydłużenie szyi może być u nich uważane za wykładnik przystosowania ustroju do posiłkowania się szybkim biegiem (odgrywa tutaj rolę długość włókien mięśnia ramiennogłowowego oraz możność przesuwania środka ciężkości ciała ku przodowi!).

U — Koniowatych przy szyi wyciągniętej kończyny przednie robią duży ale niski wylot (konie pełnej krwi), przy szyi podniesionej a przeto skróconej, kończyny wznoszą się wysoko ale robią mały i krótki wylot (konie oldenburskie).

U ssaków wodnych i ryjących nastąpiło naskutek swoistych warunków życiowych (duże ciśnienie wywierane w kierunku osi kręgosłupa) nietylko bardzo znaczne skrócenie odcinka szyjnego, ale i jego unieruchomienie przez zrost poszczególnych trzonów kręgowych na mniejszej lub większej przestrzeni. Tak więc np. u wieloryba *(Balaena)* zrost objął wszystkie siedem kręgów szyjnych, a u — kreta *(Talpa)* i u — *Dasypodidae* kręgi od II do V włącznie, u — *Myotalpa* pięć kręgów końcowych — a u — *Dipodidae (Simplicidentata)* cały odcinek szyjny tworzy jedną niepodzielną — kość kręgosłupową szyjną. O stosunkach panujących u — ✝ *Glyptodontidae* była wzmianka powyżej. Dalszem potwierdzeniem dużego wpływu czynników mechanicznych na budowę odcinka szyjnego jest stan rzeczy jaki stwierdzamy u — ✝ *Ichthyosauria* i u trzeciorzędowych Kopytnych u — ✝ *Ancylopoda*. Otóż, u owych gadów wodnych kręgi szyjne zachowują się zupełnie podobnie jak u Waleniowatych, a u ✝ *Ancylopoda* (np. u ✝ *Chalicotherium)*, które cechowało położenie zwisające głowy trzony kręgów uległy bardzo znacznemu uwstecznieniu.

Cechą najbardziej uderzającą w kręgach szyjnych jest obecność dużego — otworu poprzecznego *(for. transversarium s. for. costotransversarium)*, przebijającego nawylot wyrostek poprzeczny (rys. 33). Otwór poprzeczny powstał naskutek zrostu szczątkowego żebra szyjnego z wyrostkiem poprzecznym właściwym i służy do pomieszczenia naczyń kręgowych i nerwu kręgowego. W rzeczywistości posiada on najczęściej kształt krótkiego przewodu (rys. 39) ciągnącego się w kierunku strzałkowym, a więc od tyłu ku przodowi. Jest rzeczą zastana-

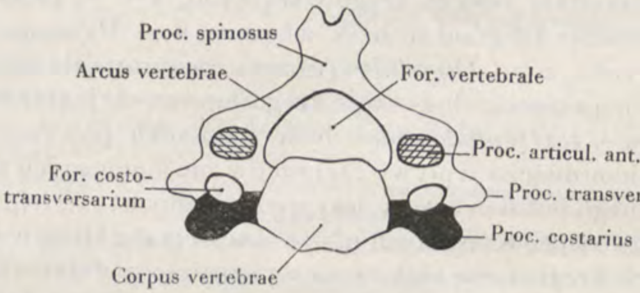
wiającą że kręgi szyjne Wielbłądowatych *(Tylopoda)* (rys. 34) są pozbawione zupełnie otworów poprzecznych!

Z powyższego wynika że wyrostek poprzeczny kręgów szyjnych stanowi twór złożony, przyczem blaszka kostna ograniczająca otwór od góry odpowiada istotnemu wyrostkowi poprzecznemu, natomiast blaszka dolna, zwana także — wyrostkiem żebrowym *(proc. costarius)*, jest niczem innem jak uwstecznionem żebrem szyjnem (rys. 33). Zasługuje na uwagę że krąg VII czyli krąg ostatni jest zwykle pozbawiony otworu poprzecznego, a w przypadkach jego obecności nie zawiera naczyń kręgowych.

Według badań E. Lotha, otwór poprzeczny nie jest przeistoczoną szczeliną przedzielającą żebro od wyrostka poprzecznego lecz stanowi twór powstały z tkanki kościotwórczej otaczającej naczynia żylne.

Ze względu na to że z siedmiu kręgów szyjnych, kręgi: I, II i VII wykazują poważne odchylenia od typu budowy kręgów środkowych, opis więc rozpoczniemy od tych ostatnich.

Kręgi szyjne środkowe: III, IV, V, i VI *(vertebrae cervicales III-VI)* przyoblekają u ssaków bardzo rożnorodną postać a to w ścisłej zależności od długości oraz od warunków statycznych i dy-



Rys. 33. Schemat budowy kręgu szyjnego (część żebrowa — *proc. costarius* oznaczono barwą czarną).

namicznych szyi. W samej rzeczy trudnoby było nawet oczekiwać by krąg szyjny spionizowanego i krótkoszyjnego człowieka miał stanowić li tylko minjaturę takiegoż kręgu czworonożnego i długoszyjnego konia (por. rys. 39 z rys. 35).

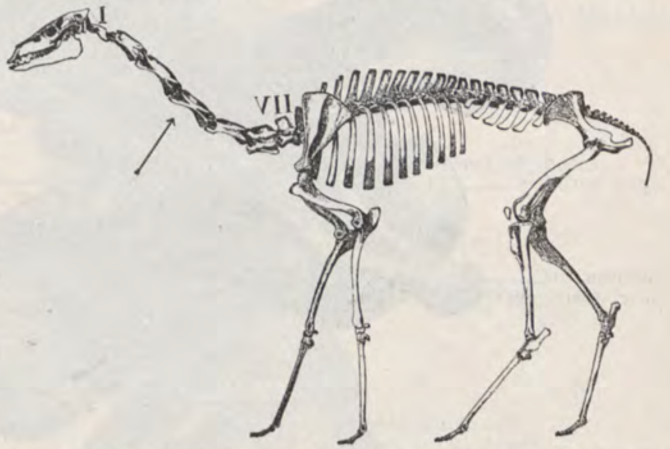
Różnią się więc one u poszczególnych ssaków w dość dużym zakresie i to zarówno w ogólnem ukształtowaniu jak i w drugorzędnych szczegółach, przyczem muszę zaznaczyć że niestety morfogeneza bardzo wielu cech pozostaje dotychczas niewyjaśniona, często więc bę-

dziemy zmuszeni do odnotowywania niektórych własności, których treść, istota dopiero w przyszłości może się stać zrozumiałą.

Analizę cech kręgów szyjnych środkowych rozpoczniemy od rozbioru trzonu.

T r z o n *(corpus vertebrae cervicalis)*. Do najbardziej uderzających cech trzonu należy niewątpliwie jego — długość, ściśle uzależniona od długości szyi. Albowiem w przeciwieństwie do stosunków panujących u gadokształtnych u których długość szyi jest funkcją ilości kręgów u ssaków liczba tych ostatnich jest stała (siedem!), a zmienną jest jedynie ich długość.

A więc, zpośród ssaków udomowionych najbardziej wyciągniętą postać posiada pryzmatyczny trzon — Koniowatych (rys. 35); u — Przeżuwaczy (rys. 36) i u — Mięsożernych posiada on kształt raczej zwarty, natomiast u — *Suinae* (rys. 37) a zwłaszcza u — *Primates* (rys. 39) jest on spłaszczony w kierunku strzałkowym.



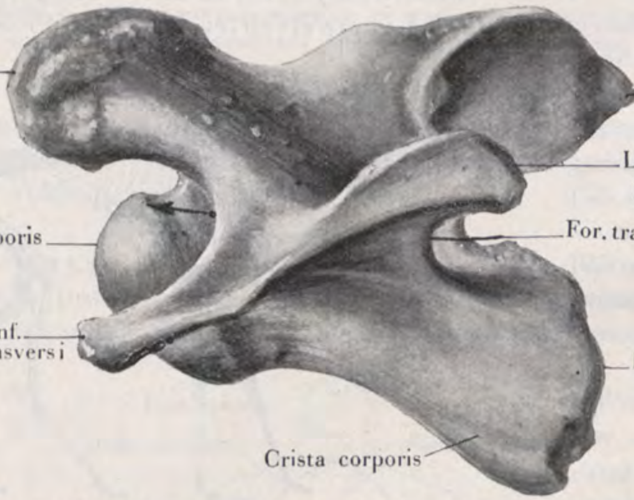
Rys. 34. Przedstawiciel mjoceńskich Wielbłądowatych — † *Oxydactylus* (wg. Peterson'a). Uderza znaczna długość szyi spowodowana wydłużeniem kręgów szyjnych (I-VII).

Na powierzchni dolnej trzonu widnieje u — Kopytnych, u — Mięsożernych a zwłaszcza u — Gryzoni podłużna ostra listewka — g r z e b i e ń t r z o n o w y *(crista corporis s. hypapophysis)*, ciągnący się od powierzchni trzonowej przedniej do jego powierzchni trzonowej tylnej, gdzie kończy się mniej lub bardziej wyraźnym — g u z k i e m g r z e b i e n i o w y m *(tuberculum cristae* R. P.).

Ów guzek jest wyjątkowo silnie rozwinięty u — Parzystokopytnych, tworząc wyniosłość mocno wygiętą ku tyłowi. Zarówno grzebień jak i jego guzek są wyrazem znacznego rozwoju umięśnienia i narządu więzadłowego szyi. U — Mięsożernych guzek grzebieniowy ma postać dwóch drobnych wyniosłości ustawionych symetrycznie. U — Naczelnych i u — Świniowatych grzebień trzonowy nie występuje.

P o w i e r z c h n i a o b w o d o w a *(facies circumferentialis)* trzonu jest gładka i słabo wklęsła w kierunku strzałkowym (rys. 35).

P o w i e r z c h n i a t r z o n o w a p r z e d n i a *(facies corporis ant.)* ma u — Mięsożernych a zwlaszcza u — Kopytnych postać owalnego wypukłego — k ł y k c i a t r z o n o w e g o *(caput corporis)* (rys. 36), o którym była już wzmianka powyżej. U — Koniowatych ów kłykieć ma zarys trójkąta o zaokrąglonych kątach, o podstawie zwróconej ku górze i wierzchołku skierowanym ku dołowi; u — Przeżuwaczy kłykieć ma kształt owalny o długiej osi pionowej, a u — Mięsożernych oś owalu kłykciowego jest ustawiona poprzecznie. U — Naczelnych i u — Świniowatych (rys. 38) omawiana powierzchnia trzonowa ma budowę siodełkowatą.



Rys. 35. Krąg szyjny — k o n i a widziany zboku; kierunek otworu poprzecznego oznaczono strzałką.

P o w i e r z c h n i a t r z o n o w a t y l n a *(facies corporis post.)* stanowi do pewnego stopnia negatyw takiejże powierzchni trzonowej przedniej. A więc u — Kopytnych i u — Mięsożernych powierzchnia trzonowa tylna ma kształt wklęsłej — p a n e w k i t r z o n o w e j *(fossa corporis)* którą u — Przeżuwaczy obejmuje od dołu guzek grzebieniowy. Panewka jest wyjątkowo głęboka u — Koniowatych.

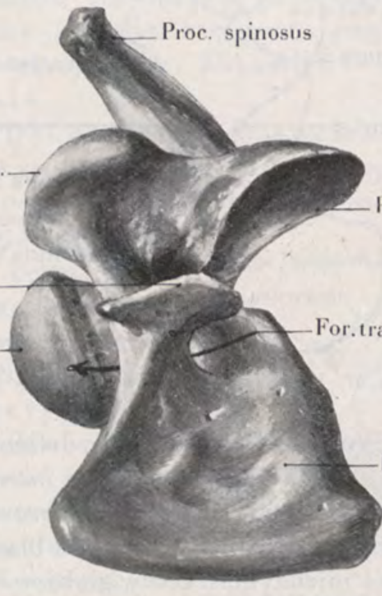
U — Naczelnych i u — Świniowatych powierzchnia trzonowa tylna ma postać siodełkowatą.

W y r o s t e k p o p r z e c z n y *(proc. transversus)* któryby raczej należało nazwać — w y r o s t k i e m ż e b r o w o p o p r z e c z n y m *(proc. costotransversarius)* ma postać naogół szerokiej, nieco ku dołowi i bocznie skierowanej płytki, w której należy rozróżnić dwie blaszki: — b l a s z k ę g ó r n ą *(lamina sup. s. lamina transversaria* R. P.) stanowiącą wła-

ściwy wyrostek poprzeczny (rys. 35) i — b l a s z k ę d o l n ą *(lamina inf. s. lamina costaria* R. P.) odpowiadającą uwstecznionemu żebru szyjnemu (rys. 36).

Podstawę wyrostka t. j. miejsce połączenia jego z trzonem i z łukiem kręgowym przebija długi i strzałkowo ciągnący się — o t w ó r albo lepiej — p r z e w ó d p o p r z e c z n y *(for. s. meatus transversarius* R. P.). Ze względu na znaczne skrócenie kręgów szyjnych u Naczelnych przewód poprzeczny nosi zazwyczaj nazwę — o t w o r u p o p r z e c z n e g o *(for. transversarium)* (rys. 39).

Dwublaszkowa budowa wyrostka poprzecznego najwyraźniej przejawia się u — Przeżuwaczy (rys. 36), u — królika i u — świni (rys. 37 i 38)

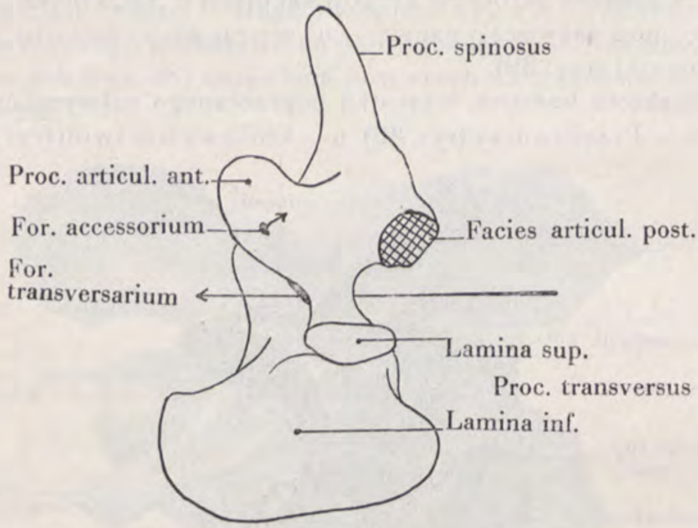


Rys. 36. Krąg szyjny — k r o w y widziany zboku.

natomiast u pozostałych ssaków udomowionych obydwie blaszki kończą się niepodzielną — k r a w ę d z i ą w o l n ą *(margo liber* R. P.) wysyłającą u — Mięsożernych a zwłaszcza u — Koniowatych dwa rogi — r ó g p r z e d n i *(cornu ant.)* kierujący się ku przodowi i nieco ku dołowi oraz — r ó g t y l n y *(cornu post.)* wyginający się ku tyłowi i ku górze. U — Przeżuwaczy jedynie róg przedni, należący do blaszki dolnej, wyrostka jest silnie zaznaczony.

Na szczególną uwagę zasługują stosunki zachodzące u — *Suinae* (rys. 37 i 38). Otóż, z dwóch blaszek wchodzących w skład wyrostka poprzecznego — b l a s z k a g ó r n a albo — b l a s z k a p o p r z e c z n a *(la*

mina transversaria), stosunkowo słabo zaznaczona, jest zwrócona bocznie i kończy się podłużnym — guzkiem górnym *(tuberculum sup.)*, natomiast — blaszka dolna albo — żebrowa *(lamina inf. s. lamina costaria)* ma postać obszernej płytki wygiętej ku dołowi, ograniczającej wraz z powierzchnią obwodową trzonu głęboki dół. Pozatem blaszka dolna wychyla się znacznie ku przodowi kończąc się tępym, pra-



Rys. 37. Krąg szyjny — świni, widziany zboku.

wieże równo ściętym rogiem. Pomiędzy obydwiema blaszkami widnieje płytki — dół międzyblaszkowy *(fossa interlaminaris* R. P.) (rys. 37). Dość podobnie przedstawia się budowa wyrostka poprzecznego u — Przeżuwaczy (rys. 36), z tą różnicą jednak, że blaszka dolna jest u nich znacznie węższa a dół międzyblaszkowy głębszy i lepiej zaznaczony.

U — Naczelnych (rys. 39) wyrostek poprzeczny ma postać szerokiej blaszki ustawionej czołowo (wzgl. poziomo!) i tworzącej naprzedzie szeroki, poprzeczny — rowek międzyblaszkowy *(sulcus interlaminaris* R. P.), na dnie którego widnieje obszerny ale bardzo krótki — otwór poprzeczny *(for. transversarium)*. Ten ostatni często bywa podzielony cienką blaszką kostną na dwa a nawet na trzy otwory wtórne. Bocznie wyrostek kończy się dwoma dobrze wyosobnionemi — guzkami *(tubercula proc. tranversi)*.

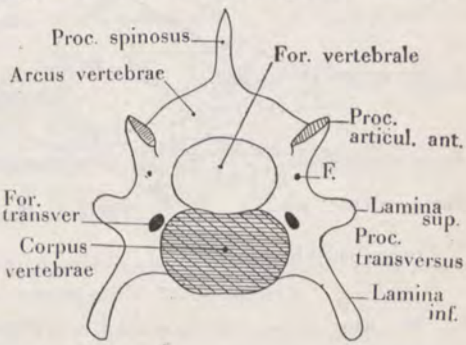
Wyrostki stawowe przednie *(proc. articulares ant.)* zwracają swe gładkie i płaskie powierzchnie stawowe dośrodkowo i nieco ku górze, natomiast — wyrostki stawowe tylne *(proc. articulares post.)* kierują powierzchnie stawowe bocznie i cokolwiek ku dołowi.

U — Kopytnych (rys. 36) i u — Mięsożernych wyrostki stawowe tej samej strony są połączone za pośrednictwem podłużnej, niskiej lecz ostrej listewki, którą nazwiemy — grzebieniem międzywyrostkowym *(crista intertubercularis)*. Zarówno u — Świniowatych jak i u — Zającowatych *(Leporidae)* grzebień międzywyrostkowy jest słabo wyrażony i tępy, natomiast u — Naczelnych brak go zupełnie.

Na wierzchołku każdego z wyrostków stawowych tylnych widnieje u Mięsożernych drobny — guzek nadstawowy *(tuberculum supraarticulare* R. P.) wywołany przyczepem pasem więzadłowych.

Wcięcia międzykręgowe *(incisurae vertebrales)* są umieszczone u podstaw wyrostków stawowych, przyczem — wcięcie międzykręgowe tylne *(incisura vertebralis post.)* jest naogół lepiej zaznaczone i głębiej wykrojone (rys. 35) aniżeli — wcięcie międzykręgowe przednie.

U — Świniowatych (rys. 37 i 38), zupełnie niezależnie od owych wcięć, widnieje u podstawy wyrostka stawowego przedniego niewielki — otwór dodatkowy *(for. accessorium)* ograniczony od tyłu przez łuk kręgowy *(arcus vertebrae)* a od przodu przez cienką blaszkę kostną ciągnącą się od wyrostka stawowego przedniego ku podstawie wyrostka poprzecznego (rys. 38 F).



Rys. 38. Kręg szyjny — świni widziany od przodu. (Obszar trzonu został oznaczony kratownicą).

Wyrostek kolczysty *(proc. spinosus)* jest naogół słabo rozwinięty i przyobleka dwie zasadnicze postacie a to głównie w związku z ciężarem głowy i długością szyi. A więc, u — Koniowatych i u — Zającowatych przybiera on kształt wydłużonej lecz niskiej — listewki, u — Przeżuwaczy zaś u — Mięsożernych, u — Naczelnych i u — Świniowatych zarysowywuje się jako wysmukły i mniej lub bardziej ostry — kolec *(spina)*. Należy zaznaczyć, że u — Naczelnych i u — Przeżuwaczy wierzchołek wyrostka kolczystego dzieli się na dwa symetryczne, kuliste — guzki kolczyste *(tubercula spinosa* R. P.).

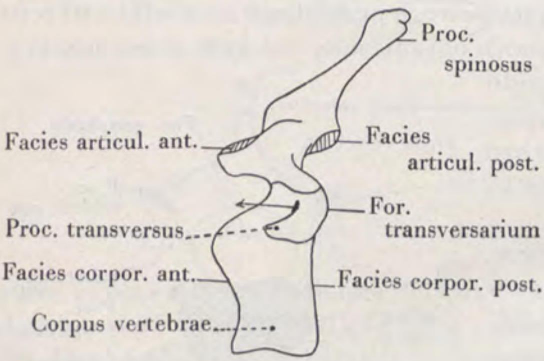
O kierunku wyrostka kolczystego może być oczywiście mowa jedynie w tych przypadkach, gdy przyjmuje on postać kolca. A więc jest on wygięty ku tyłowi (dołowi!) u — człowieka, natomiast u wszystkich ssaków czworonożnych kieruje się on wyraźnie ku przodowi. Różnica w ustawieniu wyrostka daje się wytłuma-

czyć odmienną statyką szyi u spionizowanego człowieka i u wymienionych ssaków czworonogich.

Co się tyczy — o t w o r u   k r ę g o w e g o *(for. vertebrale)* to jest on stosunkowo obszerny (musi wszak pomieścić — nabrzmienie szyjne rdzenia!) i ma zarys owalu lub koła.

Powyższy opis stanowi pewnego rodzaju przekrój morfologiczny albo rzut oka syntetyczny na całokształt cech kręgów szyjnych środkowych nie obejmuje jednak drobnych odchyleń, które zawsze stwierdzamy między poszczególnemi kręgami, znajomość których to odchyleń umożliwia rozpoznanie kręgu trzeciego od czwartego i t. d.

K r ą g   s z y j n y   VII *(vertebra cervicalis VII)* wykazuje w wybitnym stopniu cechy kręgu przejściowego t. zn. iż zatracają się już w nim cechy charakteryzujące typowe kręgi szyjne, lecz nie zdołały rozwinąć się jeszcze znamiona kręgów piersiowych. Innemi słowy, krąg VII przestaje być poniekąd kręgiem szyjnym lecz nie stał się jeszcze kręgiem piersiowym.



Rys. 39. Krąg szyjny — c z ł o w i e k a sprowadzony do położenia jakie zajmowałby w postawie czworonożnej.

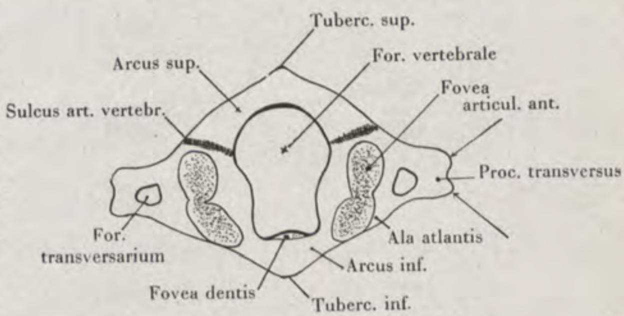
Do cech rozpoznawczych tego kręgu należą: — p i o n o w e   u s t a w i e n i e   w y r o s t k a   k o l c z y s t e g o *(vertebra cerv. perpendicularis.* R. P.) stanowiące punkt zwrotny między kierunkiem wyrostków kolczystych pozostałych kręgów szyjnych i nachyleniem doogonowem wyrostków kolczystych kręgów piersiowych, — b r a k   o t w o r u   p o p r z e c z n e g o (u Naczelnych zazwyczaj istnieje!), oraz częsta obecność niewiel kiego zagłębienia u krawędzi tylnej trzonu. Owe zagłębienie służy do pomieszczenia części główki I żebra i nosi nazwę — d o ł k a   ż e b r o w e g o *(fovea costalis).*

Zróżnicowanie dwóch pierwszych kręgów na jednostki kostne odgrywające tak wielką rolę w ruchach głowy występuje dopiero u gadów, albowiem jeszcze u płazów jedynie krąg szyjny pierwszy posiada cechy kręgu szczytowego ssaków.

Krąg szyjny pierwszy albo — krąg szczytowy *(atlas)* stanowi podstawę, na której czaszka może wykonywać ruchy unoszenia i opuszczania głowy (jak przy potakiwaniu).

Krąg ten, położony między kością potyliczną czaszki i kręgosłupem (rys. 22), wykazuje liczne cechy swoiste, spowodowane wyjątkowemi warunkami w jakich się znajduje, naskutek czego zasługuje wpełni na obszerniejsze omówienie. Mimochodem zaznaczę iż cały szereg argumentów przemawia za tem że przed obecnym kręgiem szczytowym istniał ongiś — krąg szczytowy pierwotny *(»proatlas«* — Albrecht), który prawdopodobnie został wchłonięty przez czaszkę (p. *palaeocranium)*. Pozostałości pierwotnego kręgu szczytowego często daje się zauważyć na kości potylicznej czaszki ludzkiej.

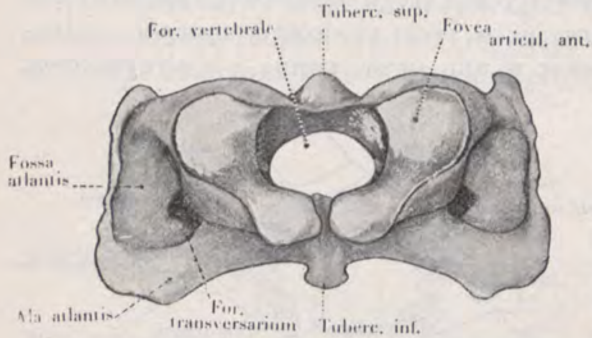
Cechą najbardziej charakterystyczną kręgu szczytowego jest—całkowity brak trzonu który już w życiu płodowem zrasta się z drugim kręgiem szyjnym tworząc w nim część zwaną — zębem *(dens epistrophei)*. Dzięki powyższemu, omawiany krąg ma kształt pierścienia, w którym rozróżniamy węższy — łuk dolny *(arcus inf.)* i szerszy — łuk górny *(arcus sup.)* (rys. 40). Otaczają one razem bardzo obszerny — otwór kręgowy *(for. vertebrale)* składający się z dwóch części: ciaśniejszej części dolnej, służącej do pomieszczenia zęba kręgu obrotowego — część obrotowa *(pars epistrophica* R. P.) i rozległej trójkątnawej części grzbietowej, przeznaczonej dla rdzenia przedłużonego — część rdzeniowa *(pars medullaris* R. P.). Na łuku dolnym widnieje szczególnie dobrze wyrażony u — Świniowatych i u — Koniowatych, lekko wygięty ku tyłowi — guzek dolny *(tuberculum inf. s. hypapophysis)*, stanowiący odpowiednik grzebienia trzonowego pozostałych kręgów szyjnych. Podobny guzek — guzek górny *(tuberculum sup.)* widnieje i na łuku górnym. Odpowiada on, acz pod postacią szczątkową, wyrostkowi kolczystemu innych kręgów. Powierzchnia górna łuku dolnego przedstawia niewielką, cylindryczną powierzchnię stawową, służącą do połączenia z zębem kręgu obrotowego. Jest to — dołek zębowy *(fovea dentis)*.



Rys. 40. Krąg szczytowy—człowieka widziany od przodu (w postawie czworonożnej!).

Na krawędzi przedniej łuku górnego znajdujemy u — Naczelnych głęboki — rowek tętnicy kręgowej *(sulcus a. vertebralis)* (rys. 40), przeistoczony u większości innych ssaków *(Ungulata, Carnivora)* beleczką kostną na zamknięty — otwór międzykręgowy *(for. intervertebrale)*, prowadzący z powierzchni górnej kręgu do światła otworu kręgowego (rys. 42). Zarówno rowek jak i otwór międzykręgowy stanowią odpowiedniki wcięcia kręgowego przedniego pozostałych kręgów.

W miejscu połączenia obydwu łuków odchodzi, mocno przekształcony, wyrostek poprzeczny, noszący nazwę — skrzydła kręgu szczytowego *(ala atlantis)*. Skrzydło ma postać szerokiej, poziomo ustawionej i płaskiej blaszki, o jednej powierzchni zwróconej ku górze (powierzchnia górna skrzydła), i drugiej skierowanej wdół (powierzchnia dolna skrzydła). U—Koniowatych i u—Świniowatych całe skrzydło jest lekko wygięte ku dołowi, dzięki czemu jego powierzchnia dolna przybiera kształt obszernej i głębokiej wpadliny — dołu skrzydłowego *(fossa atlantis)*.



Rys. 41. Krąg szczytowy — konia widziany od przodu.

W części pośrodkowej skrzydła widnieje u — Nieparzystokopytnych i u — Mięsożernych krótki lecz szeroki — otwór poprzeczny *(for. transversarium)*, przebijający skrzydło w kierunku pionowym (w kierunku dołu skrzydłowego!) (rys. 41, 42). U — Naczelnych i u — Świniowatych tenże sam otwór znajduje się u krawędzi tylnej skrzydła jest jednak dłuższy i kieruje się również w stronę dołu skrzydłowego.

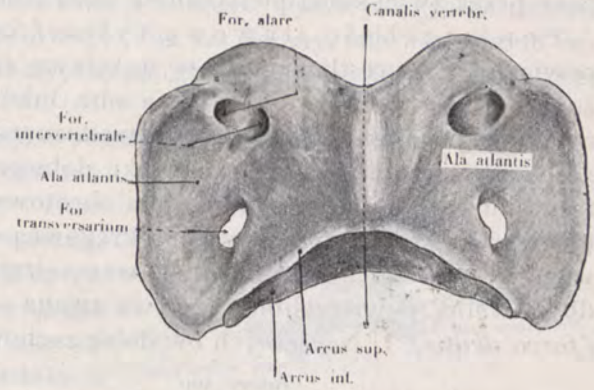
Od otworu poprzecznego względnie od okolicy z nim sąsiadującej, odchodzi u — Koniowatych i u — Mięsożernych krótki — przewód dodatkowy *(canalis accessorius)* uchodzący do otworu kręgowego. U — *Artiodactyla* otwór poprzeczny nie występuje.

Krawędź przednią skrzydła charakteryzuje obecność t. zw. — otworu skrzydłowego *(for. alare)* (rys. 42), przybierającego u — Naczelnych i u — Mięsożernych postać głębokiego — wcięcia skrzydłowego *(incisura alaris)*. Zarówno otwór jak i wcięcie służą do pomieszczenia naczyń i gałęzi dolnej nerwu rdzeniowego pierwszego (C. I).

W ten sposób w przednim odcinku skrzydła kręgu szczytowego Ko-

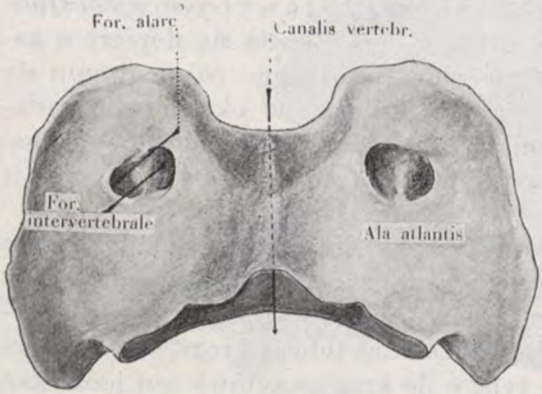
niowatych, Przeżuwaczy i Świniowatych widnieją dwa otwory blisko siebie umieszczone: otwór położony dośrodkowo odpowiada — otworowi międzykręgowemu, natomiast otwór leżący bocznie stanowi — otwór skrzydłowy *(for. alare)* (rys. 42).

Powierzchnie stawowe przednie, zwane tutaj — dołami stawowemi przedniemi *(fossae articulares ant.)*, znajdują się w miejscu spotkania obu łuków ze skrzydłem i mają postać wydłużonych, głębokich i skośnych wdół i dośrodkowo ustawionych wpadlin o walcowatej krzywiźnie (rys. 41). Doły stawowe przednie stanowią odpowiedniki wyrostków stawowych przednich pozostałych kręgów.



Rys. 42. Krąg szczytowy — konia widziany od góry.

Z dwóch krawędzi dołu, krawędź boczna jest wysoka, natomiast krawędź przyśrodkowa jest mocno cofnięta ku tyłowi. W większości przypadków (R. Poplewski 1922) cechuje ją głębokie — wcięcie przyśrodkowe *(inc. medialis)*, wskazujące na skłonność powierzchni stawowej dołu do podziału na dwie powierzchnie wtórne. Obydwa doły stawowe przednie (prawy i lewy) są bardziej do siebie zbliżone w części brzusznej aniżeli w części grzbietowej kręgu i służą do połączenia z kłykciami kości potylicznej czaszki.



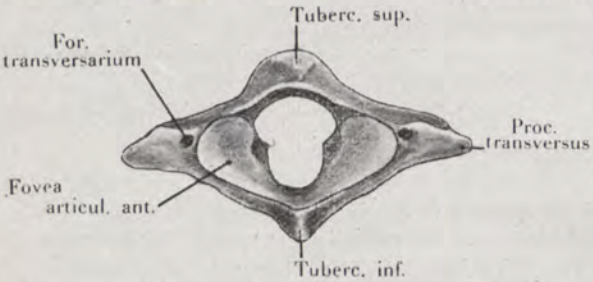
Rys. 43. Krąg szczytowy — krowy.

Pragnę zaznaczyć, że parzysty dół stawowy kręgu szczytowego, a więc połączenie obustronne kręgosłupa z czaszką, jest jedną z ważniejszych cech ssaków, albowiem u — gadokształtnych *(Sauropsida)* połączenie owe dokonywa się za pośrednictwem nieparzystego kłykcia czaszki. Wyjątek od tej zasady stanowi jedynie rząd gadów wykopaliskowych — + *Theriodontia*, wykazujących zresztą i pozatem, jak wiemy, wiele cech ssakokształtnych.

Powstanie dwóch punktów zetknięcia kręgosłupa z czaszką u ssa-

ków wpłynęło niewątpliwie na znaczne ograniczenie ruchomości głowy w porównaniu ze stanem obserwowanym u gadokształtnych (zwłaszcza u ptactwa), ale które, przynajmniej częściowo, jest wyrównane przez zwiększoną plastyczność całej szyi (p. niżej).

Powierzchnie stawowe tylne *(facies articulares post.)*, odpowiadające wyrostkom stawowym tylnym zwykłych kręgów, są położone również w miejscu spotkania obu łuków i mają kształt płaskich, owalnych pól niekiedy połączonych wąskiem pasmem, ciągnącem się wpoprzek powierzchni wewnętrznej łuku dolnego. Powierzchnie stawowe tylne służą do połączenia z kręgiem obrotowym. W związku z wypełnieniem części obrotowej otworu kręgowego przez ząb kręgu obrotowego na powierzchni górnej wzgl. wewnętrznej łuku dolnego powstała dlań owalna powierzchnia stawowa zwana — dołkiem zębowym *(fovea dentis)*. U Naczelnych ów dołek zachowuje zupełną niezależność natomiast u — Koniowatych a często i u — Świniowatych łączy się on z powierzchniami stawowemi tylnemi w jedną całość.



Rys. 44. Krąg szczytowy — świni widziany od tyłu.

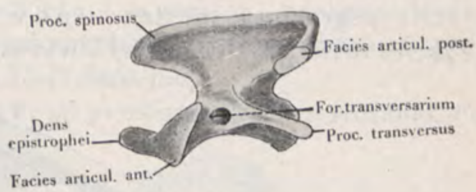
Krąg szyjny drugi albo — krąg obrotowy *(epistropheus)* pojawia się dopiero u gadów co świadczy o stopniowem choć powolnem różnicowaniu się pierwszych kręgów szyjnych na narządy o ściśle określonych zadaniach mechanicznych. Zasadniczemi cechami kręgu obrotowego są: obecność t. zw. — zęba oraz — kształt wydłużony trzonu (rys. 45 i 46).

Wydłużenie trzonu jest spowodowane dołączeniem się do trzonu kręgu obrotowego trzonu kręgu szczytowego, o czem wspomniałem przy opisie kręgu szczytowego. Z powyższego wynika, że krąg obrotowy nie jest odpowiednikiem jakiegokolwiek innego kręgu, jest bowiem czemś więcej i to dokładnie o tyle, o ile krąg szczytowy jest jednostką mniejszą od kręgu zwykłego.

Na trzonie widnieje, zazwyczaj dobrze wyrażony, — grzebień trzonowy *(crista corporis)*, po obu stronach którego znajdują się głębokie u — Koniowatych i u — Mięsożernych — doły trzonowe *(fossae corporis)*. Naprzedzie trzon wykazuje dwie owalne i lekko wypukłe — powierzchnie stawowe przednie *(facies articula-*

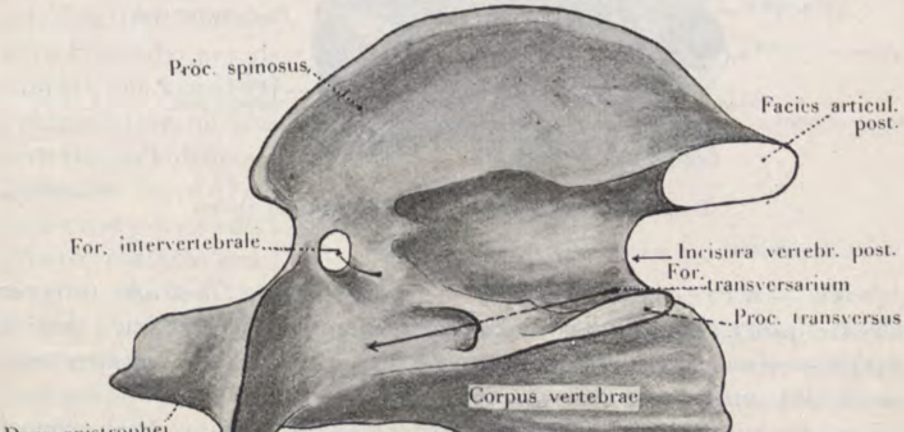
res ant.), służące do połączenia z powierzchniami stawowemi tylnemi kręgu szczytowego (rys. 44, 45, 46). Oddziela je poziomo ustawiony silny wyrostek zwany — zębem *(dens epistrophei)*, którego powierzchnia stawowa służy do zestawienia z dołkiem zębowym *(fovea dentis)* łuku dolnego kręgu szczytowego. Jak już wiemy, ząb jest niczem innem jak trzonem kręgu szczytowego, który zespolił się wtórnie z kręgiem obrotowym.

Kształt zęba bywa bardzo różny. U — Naczelnych, u — Mięsożernych, u — Gryzoni i u — Świnioząb ma postać stożka, u — Przeżuwaczy wycinka walca i wreszcie u—Koniowatych widnieje jako łyżkowata płytka. Zasługuje na uwagę, iż u — Przeżuwaczy obydwie powierzchnie stawowe przednie są połączone wąską smugą gładką, ciągnącą się u podstawy zęba.



Rys. 45. Krąg obrotowy—psa widziany zboku.

Wyrostek kolczysty *(processus spinosus)* ma zazwyczaj postać wysokiego, podłużnego grzebienia albo blaszki, kończącej się wtyle dwoma rozstępującemi się ramionami dochodzącemi do płaskich — wy-



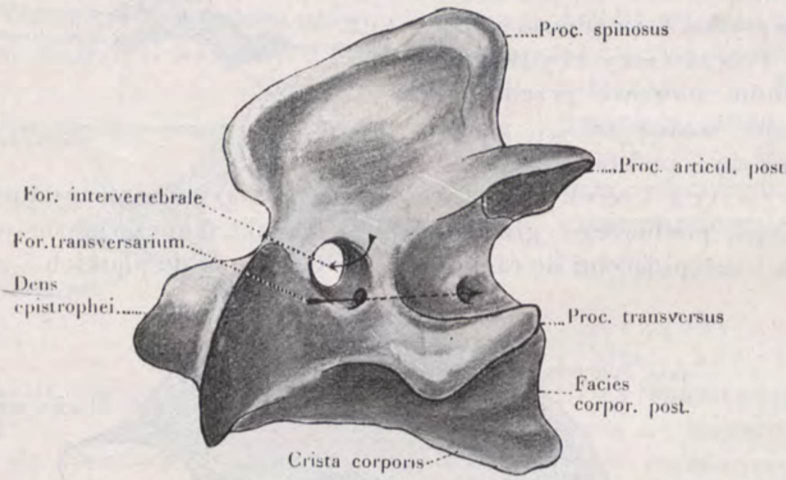
Rys. 46. Krąg obrotowy—konia widziany zboku.

rostków stawowych tylnych *(proc. artic. post.)* (rys. 46). Na szczególne wyróżnienie zasługuje wyrostek kolczysty u — Mięsożernych (rys. 45) i u — Gryzoni, u których tworzy on naprzedzie i wtyle blaszkowaty występ wykraczający poza granice trzonu, a nadający, krę-

gowi postać kirasjerskiego hełmu. Zarówno blaszkowata budowa jak i naogół duża wysokość wyrostka kolczystego, przyciągającego nasz wzrok przy oglądaniu odcinka szyjnego kręgosłupa, są niewątpliwie wykładnikiem znacznej ruchomości głowy odbywającej się w stawie szczytowoobrotowym.

Wyrostek poprzeczny *(proc. transversus)* ma kształt wydłużony i zaostrzony, a pozatem jest mocno wygięty ku tyłowi. Podstawę wyrostka przebija krótki i poziomo ustawiony — otwór poprzeczny *(for. transversarium)*.

Na pograniczu między — powierzchnią trzonową tylną *(facies artic. post. corporis)* i wyrostkiem stawowym tylnym, widnieje



Rys. 47. Krąg obrotowy — krowy widziany zboku.

głębokie — wcięcie międzykręgowe tylne *(incisura intervertebralis post)*. Podobne wcięcie znajdujemy i naprzedzie. Jest to płytkie — wcięcie międzykręgowe przednie *(incisura intervertebralis ant.)*.

U — Świniowatych, u — Przeżuwaczy i u — Koniowatych wcięcie międzykręgowe przednie jest przeistoczone cienką listewką kostną w szeroki — otwór międzykręgowy *(for. intervertebrale)* (rys. 46 i 47).

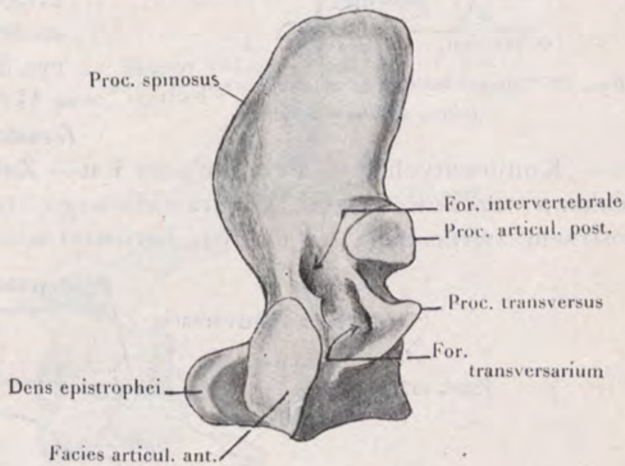
B. Odcinek piersiowy składa się z — kręgów piersiowych *(vertebrae thoracales)* zwanych również — kręgami żebrowemi (rys. 1, 22, 65, 71).

Ilość kręgów jest w ścisłym związku z liczbą zachowanych żeber, względnie z długością klatki piersiowej. Wynosi ona

u:	*Hominidae*	12
„	*Leporidae*	12—13
„	*Carnivora*	13
„	*Bovinae*	13
„	*Suinae*	14—17
„	*Equidae*	17—19
„	*Procavia* Storr . . .	20—21

Taki jest stan liczebny u człowieka i u ssaków udomowionych. U innych ssaków ilość kręgów piersiowych waha się w szerokich granicach między 9 *(Hyperoodon)* i 25 *(Choloepus)*.

Cechą, wyróżniającą szczególnie kręgi piersiowe, jest ich stosunek do żeber, a który wyraża się obecnością specjalnych łożysk t. zw. — dołków żebrowych *(foveae costales s. parapophyses)*. Otóż, na każdym z trzonów, w pobliżu odejścia łuku, widnieje na krawędzi przedniej jak i na krawędzi tylnej płytkie, miseczkowate, półkoliste zagłębienie — dołek żebrowy przedni *(fovea costalis ant.)* wzgl. — dołek żebrowy tylny *(fovea costalis post.)* (rys. 51). Wyniosłe krawędzie dołków otacza wieniec drobnych chropowatych wzniesień spowodowanych przyczepem torebki stawu żebrowotrzonowego. Należy zauważyć, że główka żebrowa łączy się nieomal zawsze z dwoma dołkami należącemi do dwóch sąsiadujących kręgów i tylko krąg piersiowy ostatni, jako krąg przejściowy, posiada tylko jeden dołek odpowiadający dołkowi żebrowemu przedniemu.

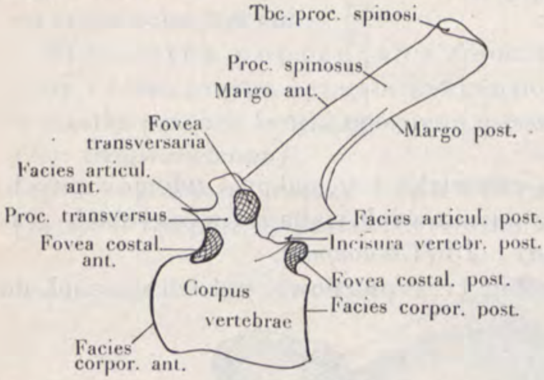


Rys. 48. Krąg obrotowy — świni widziany zboku.

Niekiedy zanik dołka żebrowego tylnego występuje znacznie wcześniej, a więc na przedostatnim a nawet i na jeszcze bardziej ku przodowi wysuniętym kręgu. U — Zającowatych posiadających, jak wiadomo, 12—13 kręgów piersiowych, dołek żebrowy tylny ginie już na kręgu

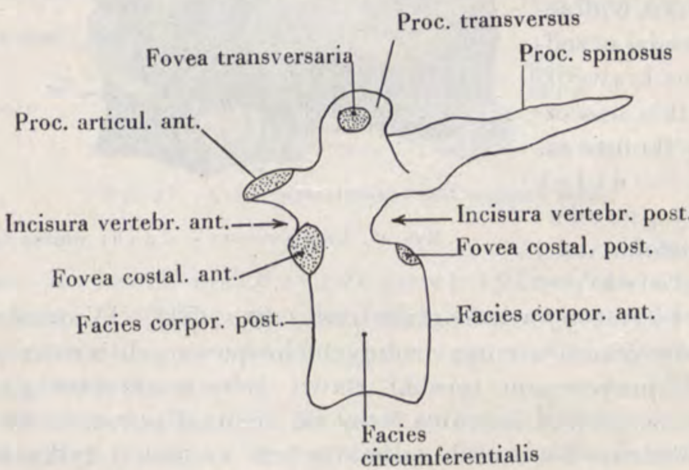
dziewiątym! U — *Mystacoceti (Cetacea)* dołki żebrowe nie występują naskutek uwstecznienia połączenia żeber z kręgosłupem.

T r z o n k r ę g u *(corpus vertebrae)* jest raczej krótki, o powierzchni trzonowej przedniej lekko kulistej (k ł y k i e ć t r z o n o w y) i powierzchni trzonowej tylnej nieco wyżłobionej (p a n e w k a). U — człowieka (rys. 50) i u — Świniowatych (rys. 55) obydwie powierzchnie są zupełnie płaskie. W związku z wydłużeniem całego tułowia a więc i klatki piersiowej u Parzystokopytnych trzony kręgów są znacznie dłuższe aniżeli u Koniowatych (por. rys. 53 z rys. 54).



Rys. 49. Schemat budowy kręgu piersiowego — k o n i a (obraz widziany zboku).

G r z e b i e ń t r z o n o w y *(crista corporis)* występuje u — Koniowatych, u — Przeżuwaczy i u — Zającowatych. Nadaje on całemu trzonowi kształt nieprawidłowego, trójściennego pryzmatu ostrzem zwróconego ku dołowi. Zarówno u — Naczelnych jak i u —



Rys. 50. Kręg piersiowy — c z ł o w i e k a będącego w postawie czworonożnej.

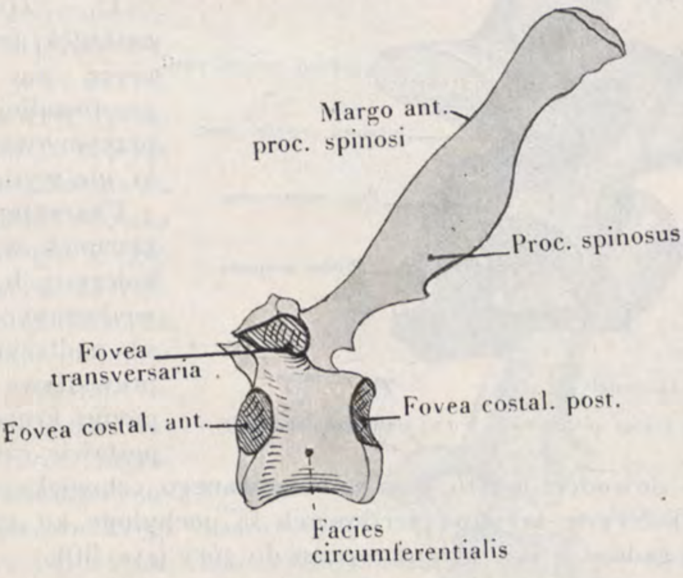
Mięsożernych i u — Świniowatych grzebień nie występuje naskutek czego powierzchnia obwodowa trzonu wykazuje budowę typowo siodełkowatą.

W y r o s t k i k o l c z y s t e *(proc. spinosi)* są długie i wysmukłe.

U—Mięsożernych są one raczej grube, pieńkowate, natomiast u pozostałych ssaków a zwłaszcza u — Świniowatych wykazują budowę wybitnie blaszkowatą o bardzo ostrej—k r a w ę d z i p r z e d n i e j *(margo ant.)* i tępej—k r a w ę d z i t y l n e j *(margo post.)* (rys. 55). Ta ostatnia cecha może, w przypadkach wątpliwych, ułatwić w zorjentowaniu się w kierunkach wytycznych (przód?, tył?) kręgu.

U — Koniowatych wzdłuż krawędzi tylnej wyrostka kolczystego ciągną się dwa, symetrycznie rozmieszczone rowki kończące się wdole dwoma głębokiemi — d o ł k a m i n a d s t a w o w e m i *(fossulae supraarticulares)* położonemi tuż nad wyrostkami stawowemi tylnemi.

Wysokość wyrostków wzrasta od pierwszego kręgu do trzeciego (Przeżuwacze i Świniowate) lub do czwartego (Koniowate), poczem po-



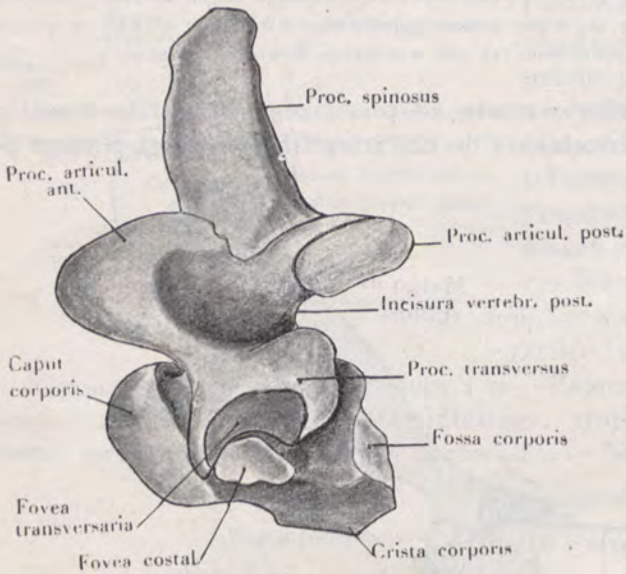
Rys. 51. Krąg piersiowy — p s a widziany zboku.

woli maleje aż do dwunastego i znowu ulega zwiększeniu w kręgach ostatnich. Wyjątkowo silnie rozwiniętemi wyrostkami kolczystemi odznaczają się: — ż u b r *(Bos bonasus)* oraz — b i z o n *(Bos bison)* (tom I, rys. 34). Dzięki nim okolica karkowopiersiowa grzbietu przyjmuje postać wysokiego, tak charakterystycznego dla tych Przeżuwaczy, — k ł ę b u k a r k o w e g o *(torus nuchalis)*.

Z punktu widzenia mechaniki tułowia zasługuje na uwagę kierunek wyrostków! Otóż, zwrócone są one zawsze ukośnie wtył i ku górze, lecz w miarę zbliżania się do zw. — k r ę g u p r z e p o n o w e g o *(vertebra diaphragmatica)* przybierają położenie coraz bardziej pionowe

i wreszcie wyrostek kolczysty kręgu przeponowego jest ustawiony zupełnie prostopadle do długiej osi kręgosłupa. Wyrostki kolczyste kręgów piersiowych końcowych wykazują, acz w nieznacznym stopniu, kierunek odwrotny: są one zwrócone ukośnie ku górze i lekko ku przodowi.

Umiejscowienie kręgu przeponowego u poszczególnych ssaków jest zmienne. A więc np. u — Koniowatych jest to krąg XVI, u — Przeżuwaczy — XIII, u — Świniowatych XII, a u — Mięsożernych i u — Zającowatych — XI krąg piersiowy.



Rys. 52. I krąg piersiowy — k o n i a widziany zboku.

U — *Hominidae*, naskutek przybrania przez nie postawy prostopadłej, krąg przeponowy, jako taki, nie występuje.

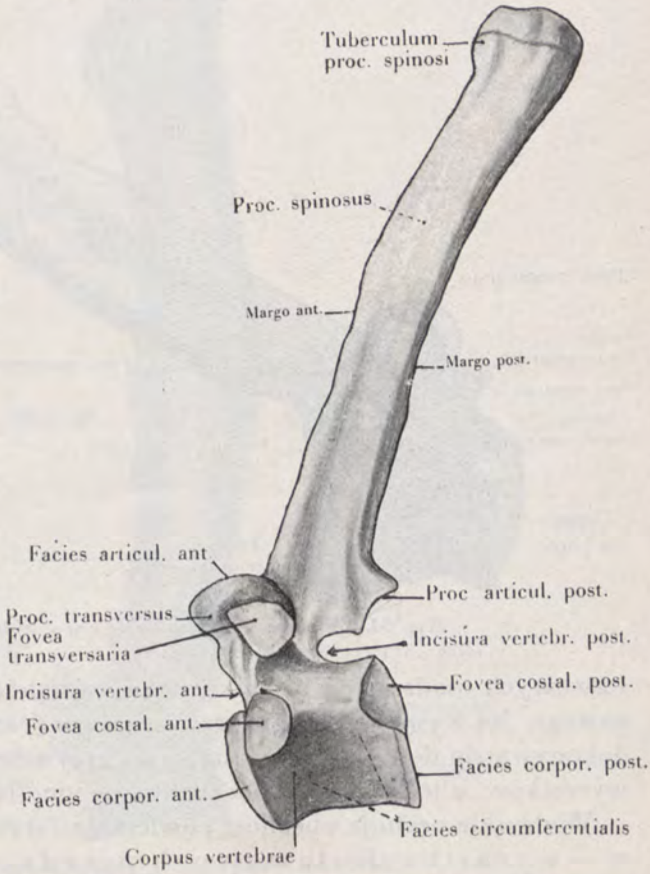
Charakterystyczny kierunek wyrostków kolczystych jest spowodowany układem sił podtrzymujących prawidłowe wysklepienie kręgosłupa w postawie czworonożnej, czego dowodem jest to, że u spionizowanego człowieka wszystkie wyrostki kolczyste kręgów piersiowych są pochylone ku tyłowi (p. niżej), a u gadów są skierowane wprost do góry (rys. 30).

W y r o s t e k p o p r z e c z n y *(proc. transversus)* jest raczej krótki lecz krępy i wygina się ukośnie wbok, ku górze i nieco ku przodowi. Widnieje na nim drobna miseczkowata lub płaska powierzchnia stawowa, służąca do połączenia z t. zw. — g u z k i e m ż e b r a *(tuberculum costae)*. Jest to — d o ł e k w y r o s t k a p o p r z e c z n e g o *(fovea tranversaria)*. Wyrostki poprzeczne kręgów końcowych są często pozbawione powierzchni stawowych. W tych przypadkach, oczywiście, żebra łączą się jedynie z trzonami kręgowemi.

U — *Suinae* podstawę każdego z wyrostków przeszywa kierujący się pionowo krótki przewód zwany — o t w o r e m d o d a t k o w y m *(for. accessorium* R. P.*)*. Ogranicza go pasmo kostne ciągnące się od wyrostka poprzecznego do okolicy dołka żebrowego tylnego. Otwór

dodatkowy pozostaje w ścisłym związku z otworem międzykręgowym.

Śledząc uważnie budowę wyrostka poprzecznego na całej rozciągłości odcinka piersiowego kręgosłupa z łatwością stwierdzimy, że w miarę tego jak się zbliżamy ku kręgom końcowym, omawiany wyrostek stopniowo zmienia swój kształt przyczem częstokroć (u — Nieparzystokopytnych, u — Gryzoni, u — owcy, u — psa i u — świni) dzieli się na dwa ramiona, z których jedno w dalszym ciągu nosi nazwę — wyrostka poprzecznego, drugie zaś przesuwa się ku przodowi a więc w kierunku wyrostka stawowego przedniego (rys. 61). Jest to t. zw. — wyrostek sutkowaty *(proc. mamillaris)* o którym będzie jeszcze mowa przy opisie odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Jest rzeczą wielce prawdopodobną że w zupełnie podobny sposób powstaje — wyrostek dodatkowy *(proc. accessorius)* charakteryzujący końcowe kręgi piersiowe świni i psa, z tą różnicą jednak że powstaje on z części tylnej wyrostka poprzecznego i że wywędrowuje w kierunku wyrostka stawowego tylnego. Wyrostek dodatkowy spotkamy jeszcze w kręgach lędźwiowych.



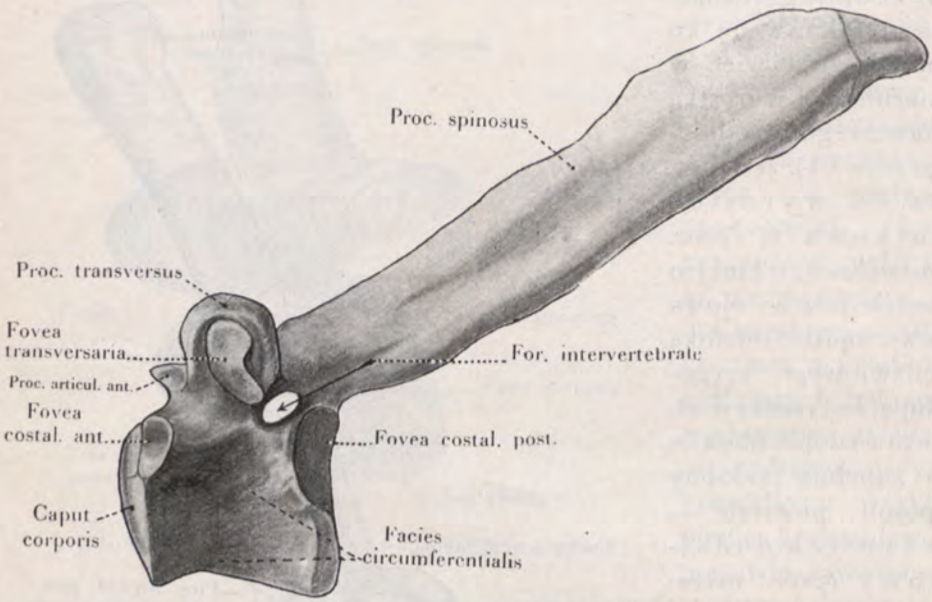
Rys. 53. VI kręg piersiowy — k o n i a widzimy zboku.

Z powyższego wynika, że aczkolwiek wyrostek poprzeczny występuje zazwyczaj jako twór kostny jednolity, to jednak w pewnych warunkach, t.j. pod naciskiem swoistego układu sił, może ulec podziałowi na

trzy twory wtórne któremi są: właściwy wyrostek poprzeczny, wyrostek sutkowaty i wyrostek dodatkowy.

Celem zapobieżenia nieporozumieniom zaznaczam, że wyrostka sutkowatego należy szukać w najbliższem sąsiedztwie wyrostka stawowego przedniego, wyrostka zaś dodatkowego w pobliżu wyrostka stawowego tylnego!

W y r o s t k i s t a w o w e *(procc. articulares)* są bardzo niskie (typu przysadzistego!) tak, że właściwie ograniczają się li tylko do powierzchni



Rys. 54. VI kręg piersiowy — k r o w y widziany zboku.

stawowych osadzonych b. blisko siebie na odcinku górnym łuku kręgowego. Na wysokości kręgu przeponowego *(vertebra diaphragmatica)* dokonywa się dość nagła zmiana typu przysadzistego na typ wyniosły wyrostków, a jednocześnie poczynają się one lekko oddalać od siebie.

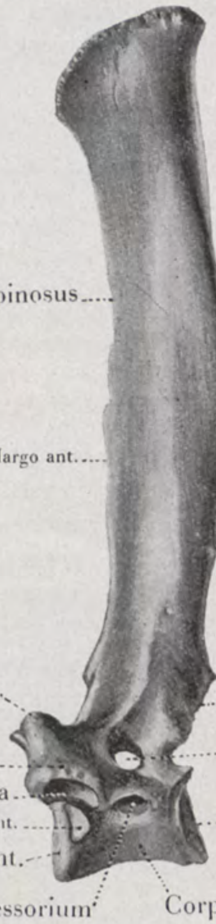
Wyrostkie cechuje obecność powierzchni stawowych płaskich, które w — w y r o s t k a c h s t a w o w y c h p r z e d n i c h *(procc. art. ant.)* są zwrócone ku górze i nieco ku przodowi, w — w y r o s t k a c h zaś s t a w o w y c h t y l n y c h *(procc. art. post.)* ku dołowi i trochę ku tyłowi.

Na wyrostkach stawowych przednich kręgów końcowych, widnieją niewielkie kuliste guzki wywołane przyczepami mięśni głębokich grzbietu, są to — w y r o s t k i s u t k o w a t e *(procc. mamillares)*. Są one prawie zawsze dobrze wyrażone, a zwłaszcza u Zającowatych.

Wyrostków sutkowatych nie należy w żadnym razie utożsamiać

z — w y r o s t k a m i d o d a t k o w e m i *(procc. accessorii)* położonemi w kącie między wyrostkiem poprzecznym i wyrostkiem stawowym tylnym. Mają one kształt ostrych wzniesień i służą za miejsce przyczepu więzadeł. Zarówno o jednych jak i o drugich będzie jeszcze wzmianka poniżej.

Co się tyczy — w c i ę ć m i ę d z y k r ę g o w y c h *(incisurae intervertebrales)*, to są one zwykle dobrze zaznaczone, przyczem wcięcia



Rys. 55. Krąg piersiowy — ś w i n i widziany zboku.

tylne są zawsze bardziej głębokie. U — *Suinae* i u — *Bovinae* (a niekiedy i u — *Equinae)* wcięcia tylne są zastąpione przez obszerne — o t w o r y m i ę d z y k r ę g o w e *(forr. intervertebralia)*, które u — *Suinae* łączą się ze wspomnianym uprzednio — o t w o r e m d o d a t k o w y m *(for. accessorium)*.

O t w ó r k r ę g o w y *(for. vertebrale)* ma zarys okrągły i jest mniejszy aniżeli w odcinkach pogranicznych. Stoi to niewątpliwie w związku z małą ruchomością odcinka piersiowego tak ściśle związanego mechanicznie z klatką piersiową.

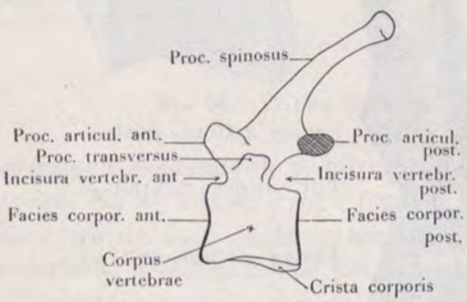
C. O d c i n e k l ę d ź w i o w y *(pars lumbalis)*. Długość odcinka lędźwiowego kręgosłupa, zwanego również — l ę d ź w i a m i, jest w pewnym związku ze stopniem gibkości tułowia i obejmuje 2 do 8 — k r ę g ó w l ę d ź w i o w y c h *(vertebrae lumbales)*.

U ssaków bliżej nas interesujących ilość kręgów lędźwiowych wynosi:

Hominidae	- 5	*Suinae*	7
Equidae	5 - 6 - 7	*Carnivora*	8
Bovinae	6	*Leporidae*	7

Jeżeli chodzi o K o n i o w a t e, to długość okolicy lędźwiowej zależy nietylko od ilości kręgów, ale również i od ich długości. Naogół da się powiedzieć że grzbiet krótki jest nietylko wykładnikiem grzbietu wytrzymałego, ale również zapewnia dogodniejsze warunki współpracy między kończynami przedniemi i kończynami tylnemi, natomiast chód odznacza się swoistą »twardością« i małą sprężystością. Oczywiście, że u Koniowatych długogrzbietowych układ stosunków jest wręcz przeciwny.

Kręgi lędźwiowe cechuje, przedewszystkiem, bardzo silnie rozwinięty — w y r o s t e k p o p r z e c z n y *(proc. transversus)* powstały z połączenia wyrostka poprzecznego istotnego ze szczątkowem — ż e b r e m l ę d ź w i o w e m. A więc, i tym razem, podobnie jak to miało miejsce w odcinku szyjnym, wyrostek poprzeczny winien być uważany za twór złożony. Naskutek powyższego ujmowany on bywa również i pod nazwą — w y r o s t k a ż e b r o w o p o p r z e c z n e g o *(proc. costotransversarius)*.



Rys. 56. Krąg piersiowy — k o t a widziany zboku.

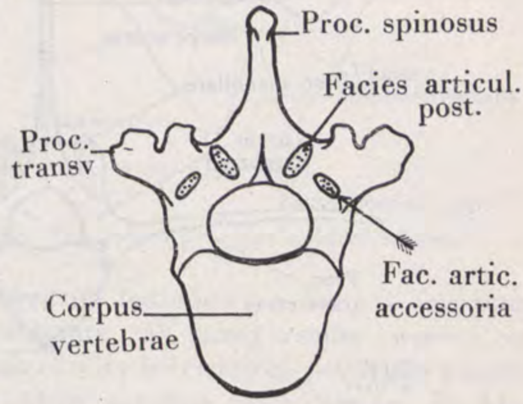
W większości przypadków wyrostek poprzeczny ma kształt długiej, dość szerokiej i poziomo ustawionej blaszki wyginającej się ku przodowi (rys. 59 i 61). Widać to dobrze zwłaszcza gdy oglądamy kręgi lędźwiowe od dołu wzgl. od góry.

Od powyższego schematu bywają bardzo liczne odchylenia.

A więc u N a r o s t k o w c ó w oraz u Ś w i n i o w a t y c h (rys. 58

i 60) wyrostek wygina się łukowato ku dołowi przyjmując kształt rozwiniętego skrzydła, naskutek czego cały krąg oglądany od przodu przypomina postać ptaka będącego w locie (por. rys. 60). U — Świniowatych i u — człowieka wyrostek poprzeczny kieruje się wprost wbok, natomiast u — Naczelnych zachowuje się podobnie jak u pozostałych ssaków (t. j. odchyla się ku przodowi!).

Zazwyczaj długość wyrostków wzrasta od kręgu pierwszego po kręgi środkowe, poczem stopniowo maleje wmiarę jak się zbliżamy do kości krzyżowej. W ten sposób odcinek lędźwiowy kręgosłupa oglądany od góry przyjmuje postać charakterystycznego — owalu lędźwiowego (rys. 62 i 63), który nakształt pancerza chroni trzewa tej okolicy. U — *Canidae* owal jest dość wąski, natomiast u innych ssaków mniej lub bardziej zbliża się do kształtu kolistego.



Rys. 57. Ostatni krąg piersiowy przedstawiciela *Xenarthra* widziany od tyłu. Poniżej powierzchni stawowej tylnej zwykłej widnieje dodatkowa — powierzchnia stawowa xenarthralna *(fac. art. accessoria)*.

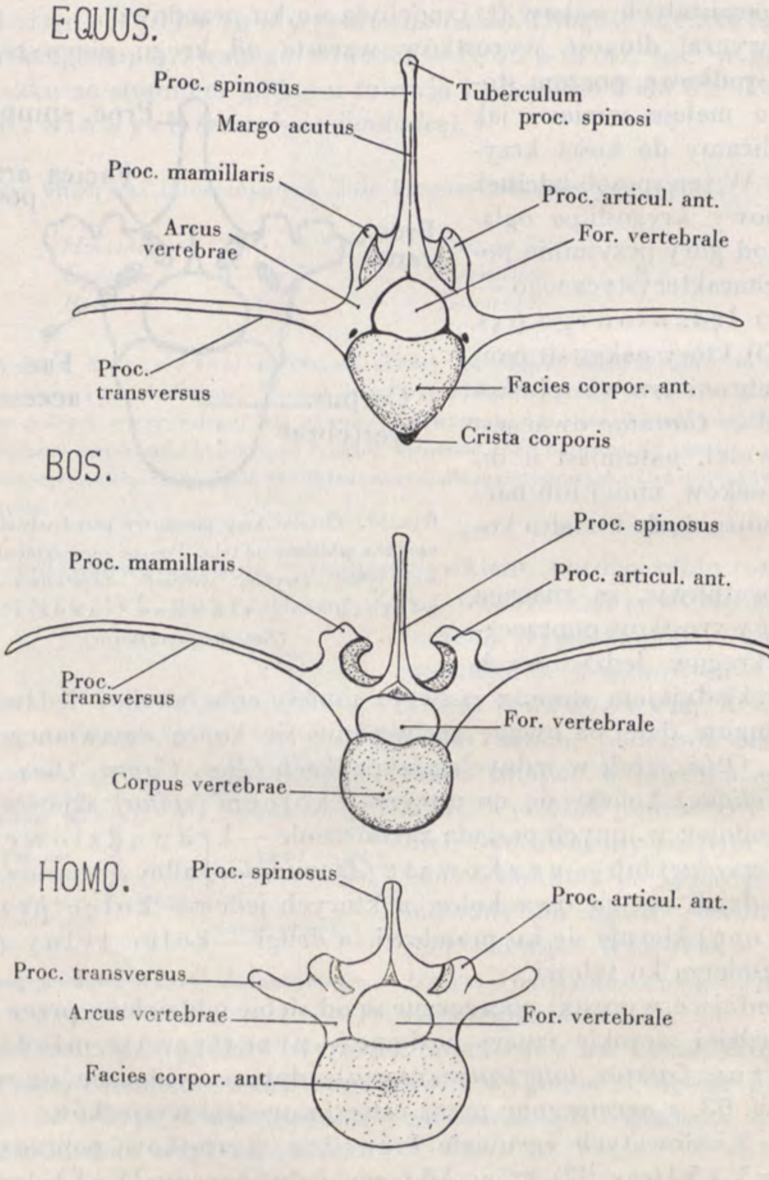
Niewątpliwie, że znaczna długość wyrostków poprzecznych kręgów lędźwiowych jest wykładnikiem stopnia rozwoju umięśnienia okolicy lędźwiowej.

Zasługuje dalej na uwagę zachowanie się końca omawianego wyrostka. Otóż, jeżeli w jednych przypadkach *(Bos, Capra, Ovis, Canidae, Felidae)* kończy się on ostrym — kolcem *(spina)* skierowanym ku przodowi; w innych posiada zakończenie — krawędziowe *(Suidae, Cervidae)* lub — guzkowate *(Hominidae)* albo wreszcie *(Leporidae)* dzieli się na dwa kolce, z których jeden — kolec przedni *(spina ant.)* kieruje się ku przodowi, a drugi — kolec tylny *(spina post.)* zmierza ku tyłowi.

Sąsiadujące wyrostki poprzeczne są od siebie oddzielone przez mniej lub bardziej szerokie szpary poziome — przestrzenie międzypoprzeczne *(spatia intertransversaria)*, dobrze widoczne na rys. 62 i na rys. 63, a ograniczone przez ostre krawędzie wyrostków.

U — Koniowatych zgrubiałe krawędzie wyrostków poprzecznych kręgów V i VI (rys. 62), kręgu VI (a niekiedy i kręgów IV i V) i krawędź przednia kości krzyżowej tworzą — dodatkowe powierzchnie

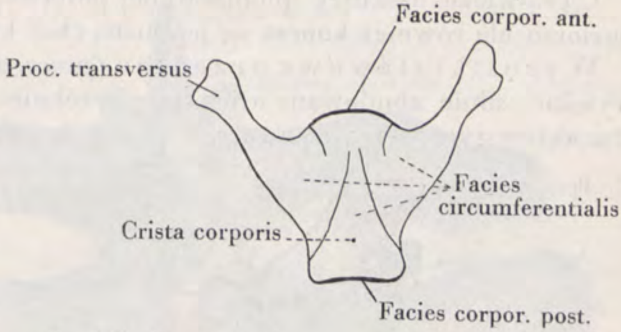
stawowe typu jamowego, częstokroć przeistaczające się w kościozrosty. Wślad za zrostem wymienionych wyrostków poprzecznych, mogą iść i wyrostki stawowe a nawet trzony kręgowe, w wyniku czego końcowe kręgi lędźwiowe tworzą niepodzielną całość, przypominając sto-



Rys. 58. Trzy kręgi lędźwiowe widziane od przodu. Na szczególną uwagę zasługuje zarys powierzchni trzonowej przedniej oraz kształt wyrostka poprzecznego.

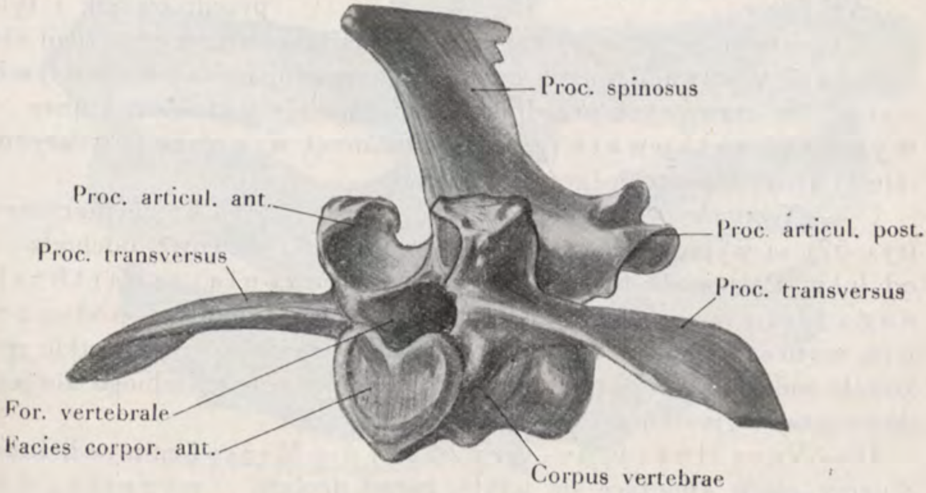
sunki kręgów w kości krzyżowej. Naskutek powyższego stanu rzeczy jest zachowanie się—otworów międzykręgowych *(forr. intervertebralia)*.

Otóż, w części tylnej odcinka lędźwiowego Koniowatych otwierają się one nie, jak to zazwyczaj bywa, wprost wbok, lecz każdy z nich dzieli się na dwa otwory wtórne, z których jeden uchodzi po stronie brzusznej a drugi po stronie grzbietowej ciała (por. stan rzeczy w kości krzyżowej!).



Rys. 59. Krąg lędźwiowy — psa widziany od dołu.

Dążność do zrostów między poszczególnemi kręgami lędźwiowemi nie jest objawem, który cechuje wyłącznie Koniowate. W samej rzeczy wiemy, że w przypadkach unieruchomienia okolicy lędźwiowej, powstanie kościozrostów kręgowych jest zjawiskiem zupełnie prawidłowem. Za kla-



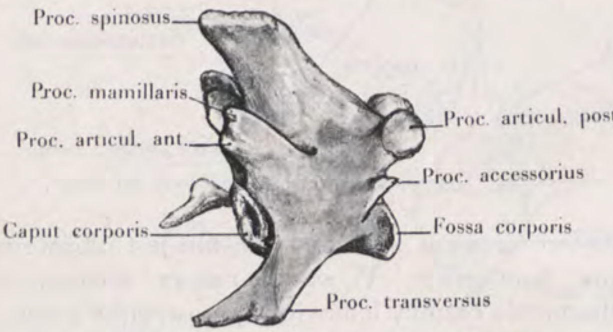
Rys. 60. Krąg lędźwiowy — świni widziany zboku i od przodu.

syczny przykład tego rodzaju mogą służyć — + *Glyptodontidae (Xenarthra)* u których naskutek obecności pancerza skórnego kostnego, zrastają się między sobą nietylko kręgi piersiowe ale również i wszystkie kręgi lędźwiowe tworząc niepodzielną—kość lędźwiową *(os lumbale)*.

Wyrostki kolczyste *(procc. spinosi)* są szerokie, blaszkowate i lekko wygięte ku przodowi. Można w nich rozróżnić poza krawędzią przednią i tylną jeszcze wałeczkowato zgrubiałą, podłużną i poziomo ustawioną — krawędź górną *(margo sup.)* (rys. 61).

U człowieka, naskutek spionizowanej postawy, wyrostki są położone poziomo ale również kończą się podłużną choć krótką krawędzią tylną.

Wyrostki stawowe przednie *(procc. articulares ant.)* są dość wysokie, silnie zbudowane a ich powierzchnie stawowe mają kształt charakterystycznych walcowatych panewek zwróconych dośrodkowo, — wyrostki zaś stawowe tylne *(procc. articulares post.)* odpowiednio dostosowanych wypukłych kłykci skierowanych bocznie.



Rys. 61. Krąg lędźwiowy — psa widziany zboku.

Należy zaznaczyć, że powierzchnie stawowe zarówno wyrostków stawowych przednich jak i tylnych są ustawione poziomo i w płaszczyznach strzałkowych, czego nie spotyka się w stawach innych odcinków kręgosłupa. Na wierzchołkach wyrostków stawowych przednich widnieją silnie wyrażone, kuliste — wyrostki sutkowate *(procc. mamillares)*, wywołane przyczepem mięśni kręgosłupowych (rys. 61).

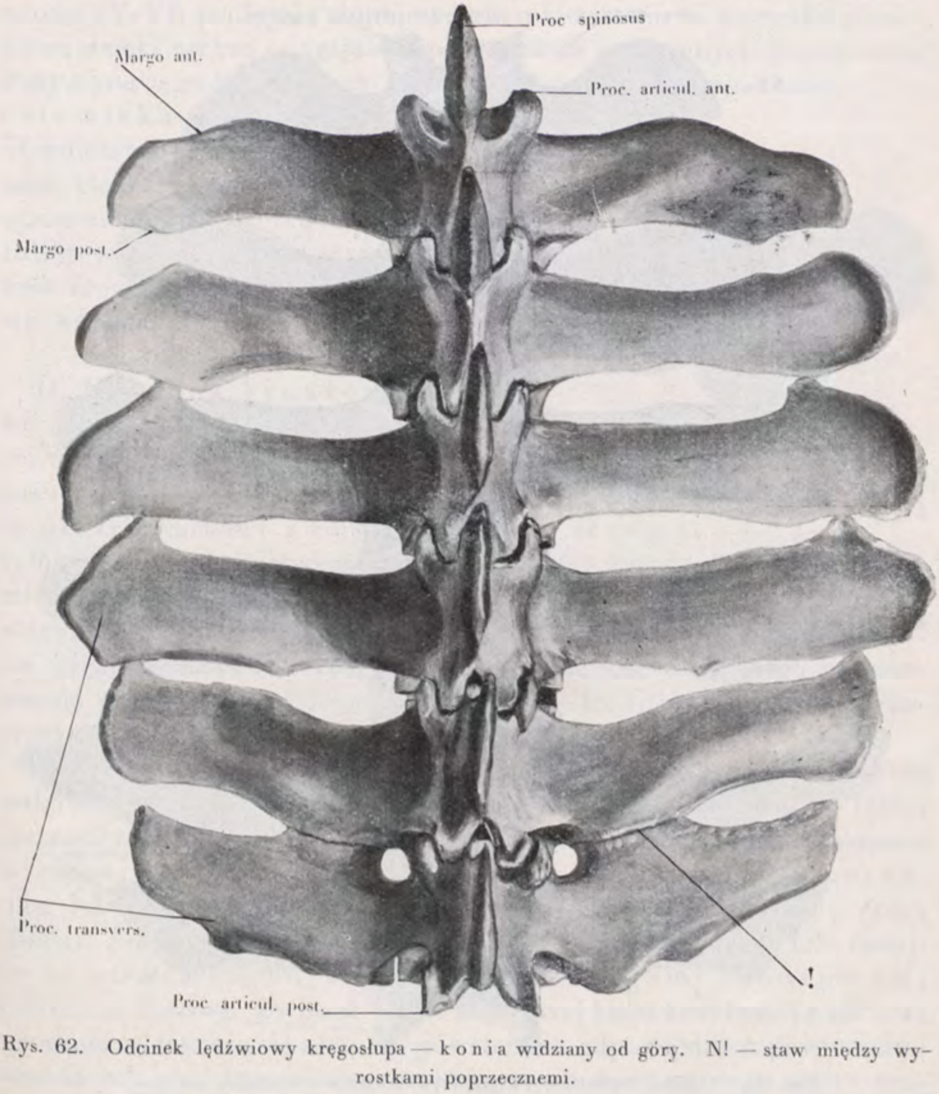
U — *Xenarthra* kręgi lędźwiowe, oraz ostatnie kręgi piersiowe (rys. 57), są wyposażone w dodatkowe wyrostki stawowe, odchodzące od łuku. Połączenie to nosi nazwę — połączenia xenarthralnego (stąd nazwa całego rzędu!) w przeciwieństwie do — połączenia nomarthralnego czyli zwykłego, cechującego wszystkie pozostałe ssaki. Przyczyna powstania połączenia xenarthralnego nie jest dotychczas wyjaśniona.

U — Naczelnych, u — Gryzoni i u — Mięsożernych znajdujemy ostro kończące się wtyle, raczej drobne, — wyrostki dodatkowe *(procc. accessorii)* położone między wyrostkami poprzecznemi i wyrostkami stawowemi tylnemi (rys. 61). Była już o nich wzmianka przy omawianiu kręgów piersiowych.

Trzon *(corpus vertebrae)* kręgów lędźwiowych ma postać zwartą i masywną. U — Kopytnych widnieje na nim dobrze wyrażony — grzebień trzonowy, który u — Gryzoni przybiera na kręgu III

i na kręgach sąsiadujących kształt wysmukłego — kolca trzonowego (*spina corporis*. R. P.) silnie wygiętego ku przodowi.

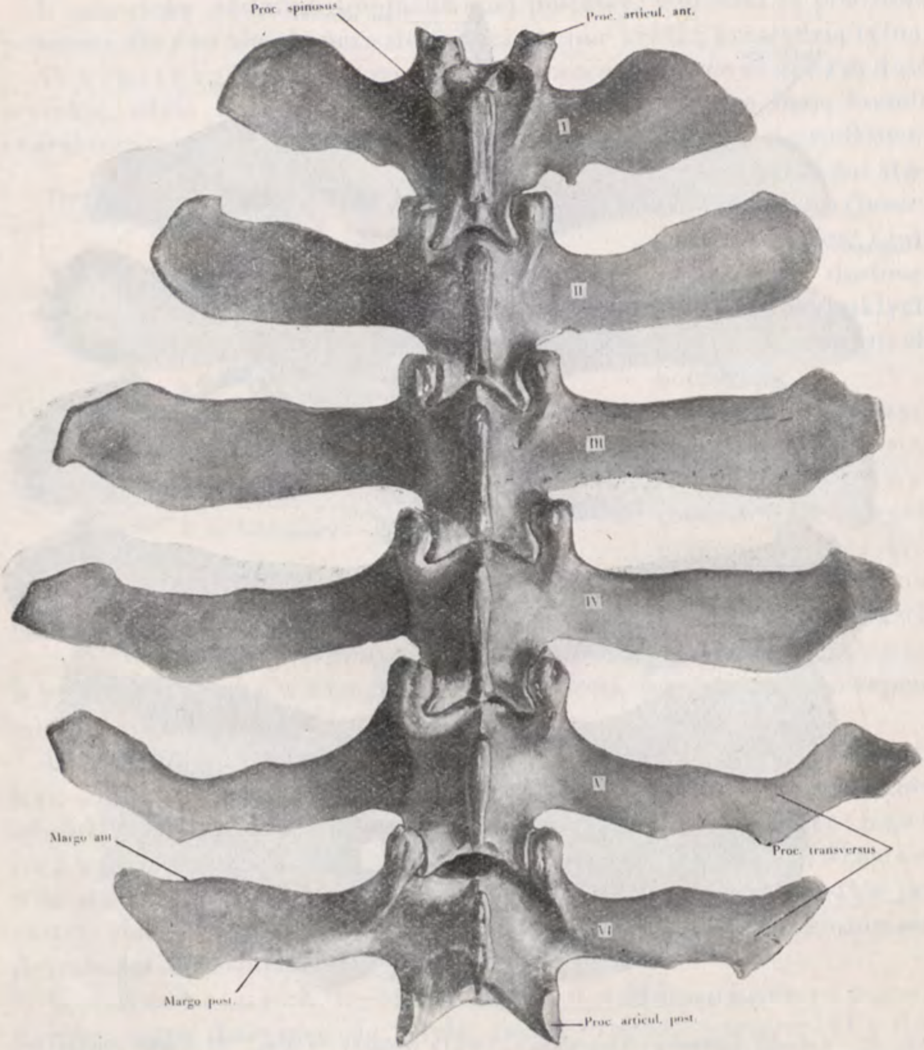
Obecność owego kolca jest prawdopodobnie wynikiem dużego wysklepienia okolicy lędźwiowej, wysklepienia charakteryzującego ssaki



Rys. 62. Odcinek lędźwiowy kręgosłupa — konia widziany od góry. N! — staw między wyrostkami poprzecznemi.

o przemieszczalności skokowej. Po obu stronach grzebienia znajdujemy po jednym lub po dwa duże otwory odżywcze, szczególnie silnie wyrażone u — *Leporidae*. U Mięsożernych grzebień istnieje, jest jednak słabo wyrażony, a u Naczelnych brak go zupełnie.

U większości ssaków — powierzchnia obwodowa (*facies circumferentialis*) trzonu jest silnie wydłużona po bokach (rys. 59) naskutek czego trzon widziany od dołu przyjmuje kształt przypominający szpulkę od nici. Powierzchnia trzonowa przednia ma u —



Rys. 63. Odcinek lędźwiowy kręgosłupa — krowy widziany od góry.

Przeżuwaczy, u — Koniowatych i u — Świniowatych postać płaskiego kłykcia, (rys. 60) — powierzchnia zaś trzonowa tylna płaskiej panewki (typ opisthokoiliczny). Obydwie powierzchnie mają u — Naczelnych, u — Mięsożernych, u — Gryzoni,

u — Przeżuwaczy i u — Świniowatych zarys poprzecznie ustawionego owalu, natomiast u — Koniowatych sprawa przedstawia się zgoła swoiście. W samej rzeczy podczas, gdy kręgi piersiowe (I-III) posiadają kształt trójściennego pryzmatu (rys. 58), kręgi lędźwiowe (V-VI) podlegają stopniowemu spłaszczeniu w kierunku pionowym, dzięki czemu osiągają one postać owali ustawionych poprzecznie. Przyczyna tego stanu rzeczy przedstawia się narazie zagadkowo. U — człowieka (rys. 58), naskutek stopniowego przyrostu ciśnienia ciężaru ciała, w miarę tego jak się opuszczamy w kierunku kości krzyżowej wielkość, a zwłaszcza szerokość kręgów lędźwiowych stopniowo wzrasta.



Rys. 64. Krąg lędźwiowy mezolitycznego człowieka z tkwiącym w nim ostrzem strzały od której ów osobnik zginął. (wg. Saint-Just Péquart'a 1928).

D. Odcinek krzyżowy albo — kość krzyżowa *(os sacrum)*. Pod nazwą kości krzyżowej rozumiemy odcinek kręgosłupa, który dzięki związkowi z kończynami tylnemi, za pośrednictwem obręczy miednicznej, uległ bardzo daleko idącym przekształceniom. Tak więc już w pierwszych latach życia kręgi krzyżowe ssaków wykazują skłonność do ścisłego połączenia się w jedną niepodzielną całość zwaną — kością krzyżową *(sacrum)*.

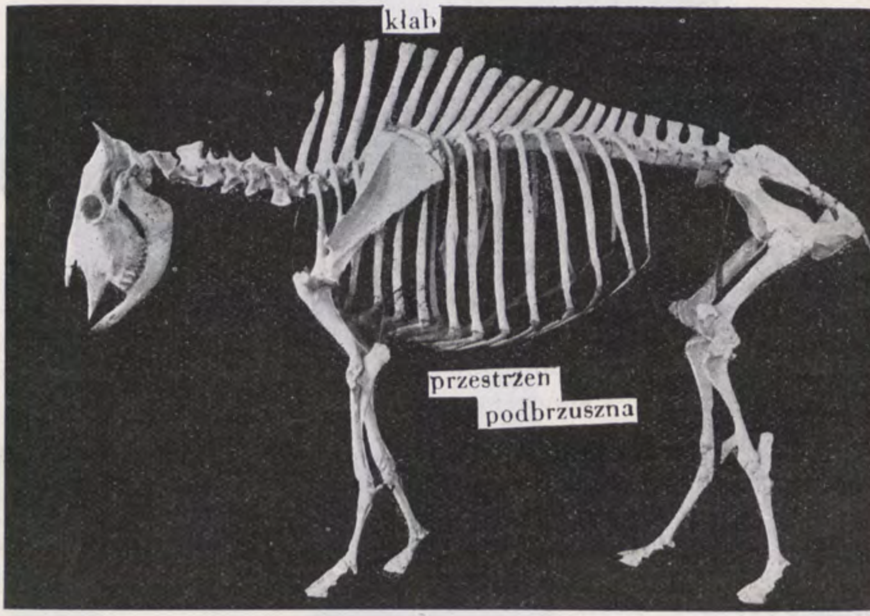
Dzieje się to w ten sposób, że jeden *(Marsupialia)* dwa (większość ssaków) lub nawet trzy przyszłe kręgi krzyżowe wchodzą w bliską łączność z kośćmi biodrowemi miednicy, dzięki czemu tracą stopniowo wzajemną niezależność i zrastają się ze sobą, tworząc — część przednią lub lepiej — część biodrową kości krzyżowej *(pars iliaca)*. Jak wspomniałem składa się ona zwykle z dwóch lub conajwyżej z trzech kręgów, które nazwano — kręgami biodrowemi *(vertebrae iliacae)*. Związek części biodrowej kości krzyżowej z obręczą miedniczną wyraża się nietylko powstaniem odpowiednich powierzchni stawowych ale i tem że owa część jest w dosłownem tego słowa znaczeniu wklinowana między obydwie kości biodrowe lewą i prawą!

Do części przedniej albo biodrowej dołącza się później większa lub mniejsza ilość kręgów dalszych, niezawierających jednak bliższego związku z kością biodrową i z tego tytułu zwanych — kręgami krzyżowemi rzekomemi *(vertebrae sacrales spuriae)*. Stanowią

one — część tylną albo lepiej — część ogonową kości krzyżowej *(pars coccygea)*.

U — *Xenarthra* część ogonowa kości krzyżowej wchodzi wtórnie w ścisły związek z kością kulszową miednicy.

U ssaków z kończynami tylnemi uwstecznionemi *(Sirenia, Cetacea)* kość krzyżowa jest słabo zindywidualizowana. Z powyższego wynika jasno że odcinek krzyżowy kręgosłupa może być uważany za wykład-



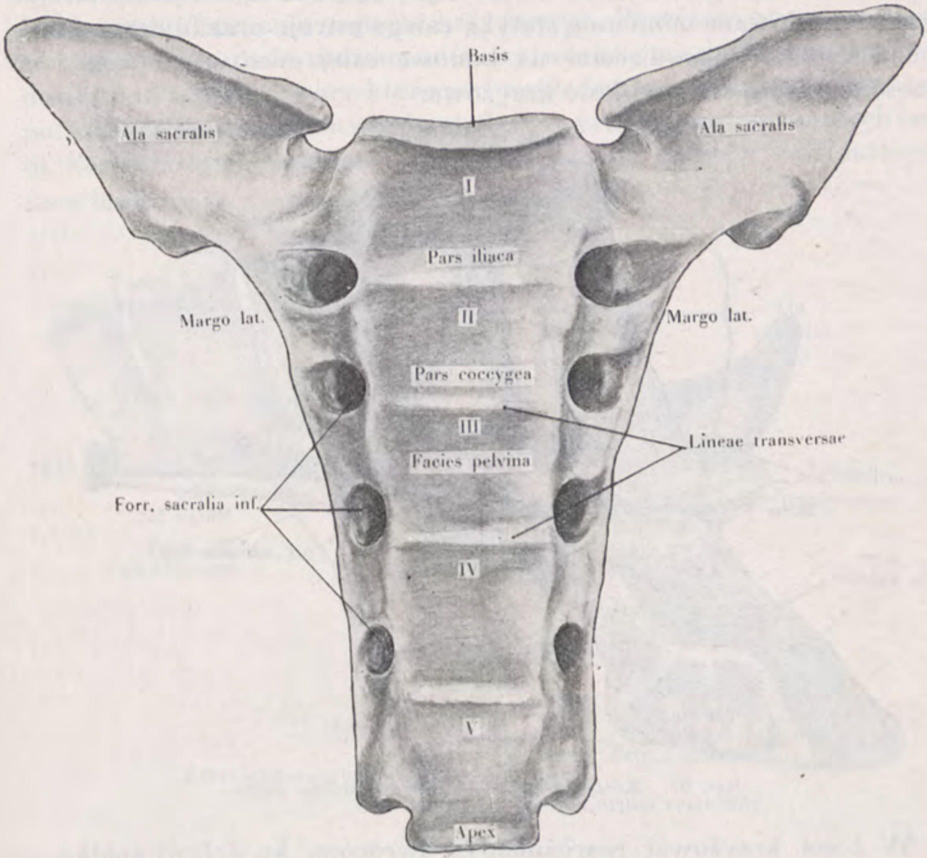
Rys. 65. Kościec — bizona amerykańskiego *(Bison bison* L.).

nik stanu anatomicznego i czynnościowego kończyn tylnych a jednocześnie stanowi probierz ich siły nośnej. Może tutaj odgrywać także dużą rolę i statyka tułowia, za dowód czego może służyć swoista budowa kości krzyżowej u ptactwa, u którego »ukrzyżowanie« kręgów rozpościera się i na kręgi lędźwiowe i piersiowe.

Skład liczebny całej kości krzyżowej waha się w granicach od 1 *(Marsupialia)* do 13 *(Tolypeutes — Xenarthra)* i wynosi u człowieka i u ssaków przezeń udomowionych ilość następującą:

Hominidae . .	5	*Caprinae* . . .	4
Equidae . . .	5	*Suidae*	4
Bovinae . . .	5	*Laporidae* . .	4
Ovinae	4	*Carnivora* . . .	3

Powyższe dane posiadają oczywiście cechę liczb przeciętnych, albowiem nie należą do rzadkości przypadki dołączania się do kości krzyżowej jednego lub dwóch kręgów ogonowych, powodujących w ten



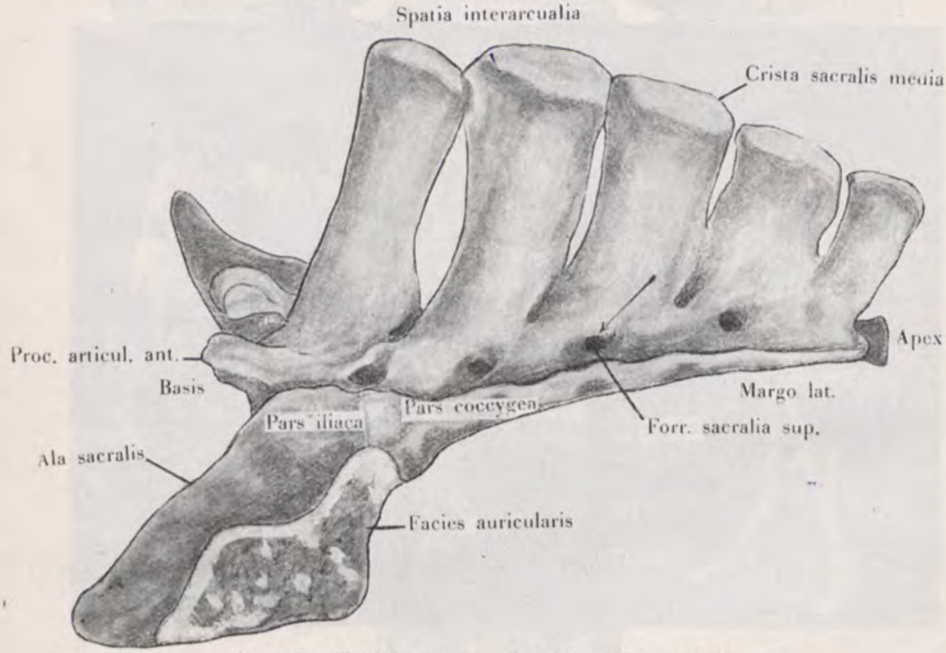
Rys. 66. Kość krzyżowa — k o n i a widziana od dołu.

sposób jej wydłużenie. Objaw ten, obserwowany np. często u człowieka, nosi nazwę — u k r z y ż o w i e n i a k r ę g ó w o g o n o w y c h *(sacralisatio vertebrarum caudalium)*.

Kość krzyżowa jako całość ma kształt spłaszczonej, lekko wygiętej wypukłością ku górze trójkątnej płytki o szerokiej — p o d s t a w i e *(basis)* zwróconej ku odcinkowi lędźwiowemu i o mniej lub bardziej ostrym — w i e r z c h o ł k u *(apex)* łączącym się z odcinkiem ogonowym kręgosłupa (rys. 66).

Postać trójkąta którą przyobleka kość krzyżowa jest w dużym stopniu uwarunkowana stosunkiem wymiaru szerokościowego podstawy

do długości całej kości. Rozróżnić więc wypada dwa zasadnicze typy kości krzyżowej: — typ długi albo pierwotny, charakteryzujący nieomal wszystkie ssaki czworonożne oraz — typ szeroki występujący np. u człowieka (por. rys. 66 z rys. 68). Takie lub inne ukształtowanie jest spowodowane odmienną statyką całego ustroju oraz funkcjami rodnemi samicy, wpływającemi na budowę całej miednicy a więc i na część jej, którą stanowi kość krzyżowa.

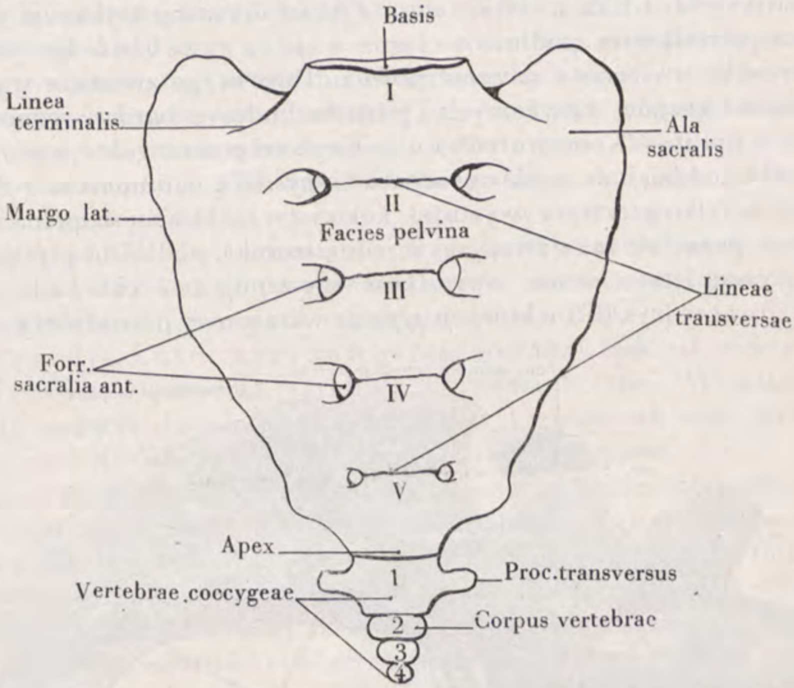


Rys. 67. Kość krzyżowa — konia widziana zboku.

W kości krzyżowej rozróżniamy: zwróconą ku dołowi gładką — powierzchnię miedniczną *(facies pelvina)*, górną chropowatą — powierzchnię grzbietową *(facies dorsalis)* oraz dwie grube — krawędzie: prawą i lewą utworzone przez zrost wyrostków poprzecznych ze szczątkowemi żebrami krzyżowemi, a które nazwiemy — krawędziami bocznemi *(margines laterales)*. Zgrubiała część przednia krawędzi bocznej ma kształt trójkątnej płytki opisywanej jako — skrzydło kości krzyżowej *(ala sacralis)* (rys. 67).

Powierzchnia miedniczna *(facies pelvina)* ma postać wpadliny niejednakowo głębokiej u różnych ssaków. I tak u spionizowanego człowieka jest ona silnie wyżłobiona, u Przeżuwaczy i u Gryzoni już nieco mniej, jeszcze słabiej u Mięsożernych i u Świniowatych, natomiast u Koniowatych jest ona nieomal zupełnie płaska (rys. 66).

Widnieją na niej w części pośrodkowej niskie, poprzeczne listewki — linje poprzeczne *(lineae transversae)*, kończące się u wielkich, symetrycznie rozmieszczonych — otworów krzyżowych dolnych *(forr. sacralia inf.)*, poprzez które opuszczają przewód krzyżowy gałęzie brzuszne nerwów krzyżowych. Powyższe otwory nie należy w żadnym razie utożsamiać z — otworami międzykręgowemi, stanowią one bowiem twory które pod względem genetycznym mogą być porównane jedynie do otworów dodatkowych kręgów piersiowych świni. Zarówno owe linje jak i otwory są śladami zrostów sąsiadujących



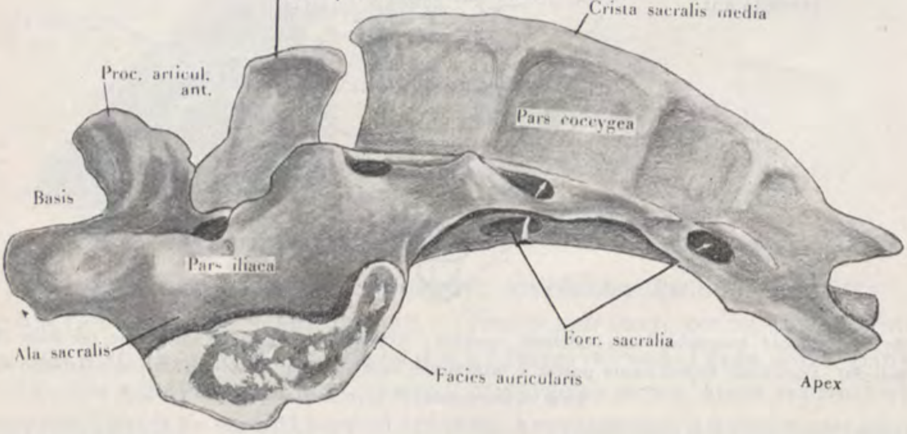
Rys. 68. Kość krzyżowa oraz odcinek ogonowy kręgosłupa człowieka widziane od dołu (od przodu). Porównać łopatkowatą postać k. krzyżowej człowieka ze kształtem tej samej kości u ssaków czworonożnych (rys. 66).

trzonów kręgów i występują w liczbie równej ilości granic międzykręgowych (a więc np. u konia posiadającego 5 kręgów krzyżowych otworów krzyżowych jest cztery i t. p.). Obserwując bacznie powierzchnię mieczniczną dostrzeżemy po obu stronach powierzchni stawowej trzonu I kręgu krzyżowego płaski grzebień ciągnący się poprzecznie w kierunku skrzydła. Jest to t. zw. — grzebień graniczny *(linea terminalis)* (rys. 68) oddzielający od powierzchni miednicznej trójkątne, niewielkie pole wklęsłe zwrócone ku przodowi. Część tę nazwiemy — po-

wierzchnią przednią kości miednicznej (*facies ant. R.P.*). Zarówno grzebień graniczny jak i powierzchnie przednie są słabo zaznaczone u ssaków czworonożnych w przeciwieństwie do człowieka u którego, naskutek przyjęcia podstawy spionizowanej, owe cechy nabierają dużego znaczenia.

Po stronie lewej powierzchni miednicznej znajdujemy u Przeżuwaczy podłużnie ciągnący się, płytki — rowek tętniczy (*sulcus arteriosus*).

Lekko wypukła i pokryta licznemi występami kostnemi chropowata — powierzchnia grzbietowa (*facies dorsalis*) wykazuje w swej części pośrodkowej podłużnie ciągnący się — grzebień krzyżowy pośrodkowy (*crista sacralis media*). Tworzą go zrośnięte wyrostki kolczyste kręgów krzyżowych i posiada budowę bardzo różnorodną. A więc np. u — Koniowatych i u — Gryzoni poszczególne wyrostki są od siebie oddzielone wąskiemi szparami (rys. 67), natomiast u — Mięsożernych tylko pierwszy wyrostek kolczysty zachowuje zupełną niezależność, pozostałe zaś zlewają się w jedną szeroką, podłużną płytkę. Najdalej posunięte zcalenia wyrostków występuje u — człowieka i u — Przeżuwaczy (rys. 69), u których grzebień krzyżowy pośrodkowy ma po-



Rys. 69. Kość krzyżowa — krowy widziana zboku.

stać guzkowatej listewki. Zupełnie odmienne stosunki znajdujemy u — świni. Dzięki niedorozwojowi wyrostków kolczystych i brakowi połączenia między łukami kręgowemi, powierzchnia grzbietowa kości krzyżowej jest pozbawiona grzebienia, a natomiast przedstawia szerokie poprzeczne — szpary międzyłukowe (*fissurae intercrurales*) (rys. 70).

Wbok od grzebienia widnieją — otwory krzyżowe górne *(forr. sacralia sup.)* zupełnie podobne do otworów krzyżowych dolnych, o których była mowa poniżej.

Zarówno jedne jak i drugie prowadzą do krótkich przewodów, kończących się — otworami międzykręgowemi *(forr. intervertebralia)*, otwierających się do obszernego — przewodu krzyżowego *(canalis sacralis)*, powstałego z połączenia pojedyńczych otworów kręgowych kości krzyżowej. Ciągnie się on wzdłuż całej kości krzyżowej od podstawy aż po wierzchołek. Bocznie od otworów krzyżowych górnych spostrzegamy niekiedy (np. u Naczelnych i u Gryzoni) dość dobrze wyrażony — grzebień krzyżowy boczny *(crista sacralis lat.)* utworzony przez zespolenie szczątkowych wyrostków stawowych.

Za pośrednictwem swej szerokiej — podstawy *(basis)* kość krzyżowa łączy się z ostatnim kręgiem lędźwiowym. Widnieje na niej płaska powierzchnia trzonowa pierwszego kręgu krzyżowego oraz po bokach dwa wyniosłe — wyrostki stawowe przednie *(procc. articulares ant.)*. Między temi ostatniemi zarysowywuje się szeroki trójkątnawy — otwór krzyżowy przedni *(for. sacrale ant.)* prowadzący do — przewodu krzyżowego *(canalis sacralis)*.

Skrzydło kości krzyżowej *(ala sacralis)*. Jak już wiemy, stanowi ono część przednią, zgrubiałą, krawędzi bocznej. W skład jego weszły zaczątki dwóch pierwszych żeber krzyżowych oraz wyrostki poprzeczne dwóch pierwszych kręgów kości krzyżowej.

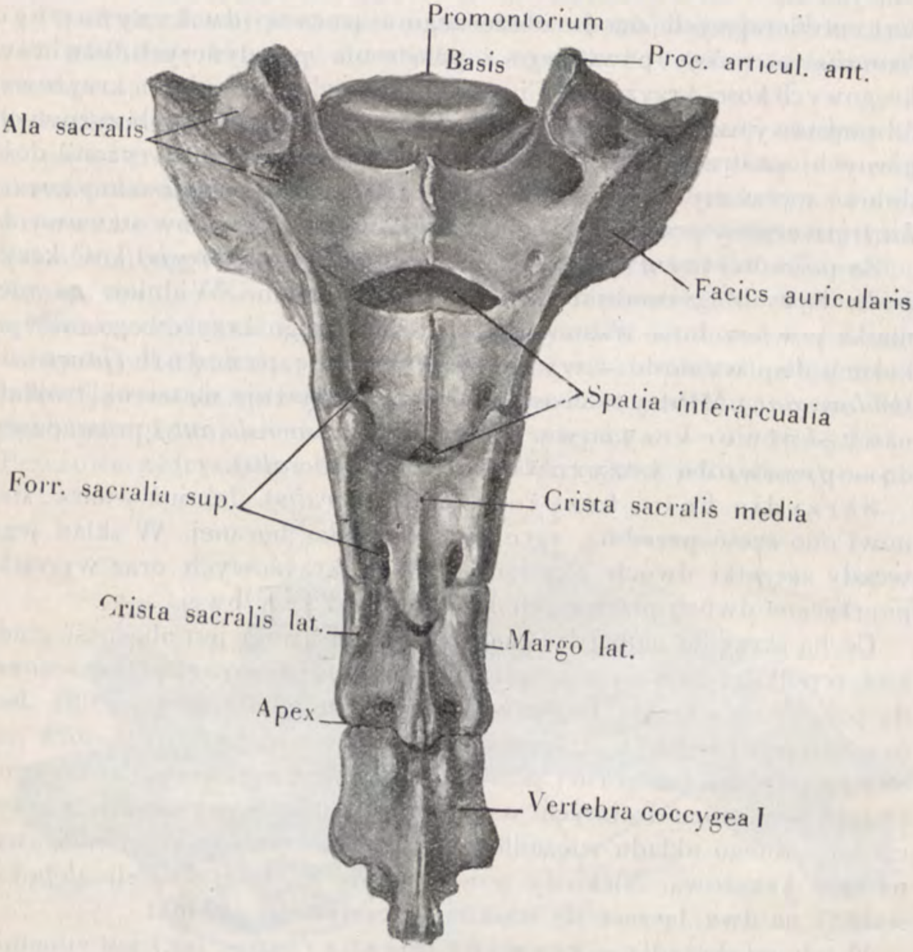
Cechą skrzydła najbardziej zasługującą na uwagę jest obecność gładkiej, o półksiężycowatym zarysie powierzchni stawowej przeznaczonej do połączenia z kością biodrową obręczy miednicznej (rys. 69). Jest to — powierzchnia uchowata *(facies auricularis)*. Położona jest ona na powierzchni górnej skrzydła w pobliżu jego krawędzi bocznej. Otacza ją wieniec drobnych wyniosłości kostnych, wywołanych przyczepem silnego układu więzadłowego, przerzuconego z kości biodrowej na kość krzyżową. Niekiedy powierzchnię uchowatą dzieli głębokie wcięcie na dwa, łączące się wąskim przesmykiem, odcinki.

Wtyle od skrzydła — krawędź boczna *(margo lat.)* jest zupełnie wolna. Zazwyczaj jest ona nierówna i zbiega ukośnie w kierunku przewężonego wierzchołka kości krzyżowej.

U Koniowatych przed powierzchnią uchowatą widnieje na krawędzi przedniej skrzydła, owalna — powierzchnia stawowa lędźwiowa *(fac. art. lumbalis)* służąca do połączenia z podobną powierzchnią wyrostka poprzecznego ostatniego kręgu lędźwiowego.

Przejście odcinka lędźwiowego w odcinek krzyżowy jest po stronie brzusznej zaznaczone drobną wyniosłością, utworzoną przez krawędź

przednią trzonu I kręgu krzyżowego, wyniosłością znaną — występem *(promontorium)*. U człowieka, naskutek przyjęcia postawy pionowej występ jest bez porównania lepiej wyrażony aniżeli u innych ssaków i stanowi ważny punkt wytyczny przy zabiegach położniczych.

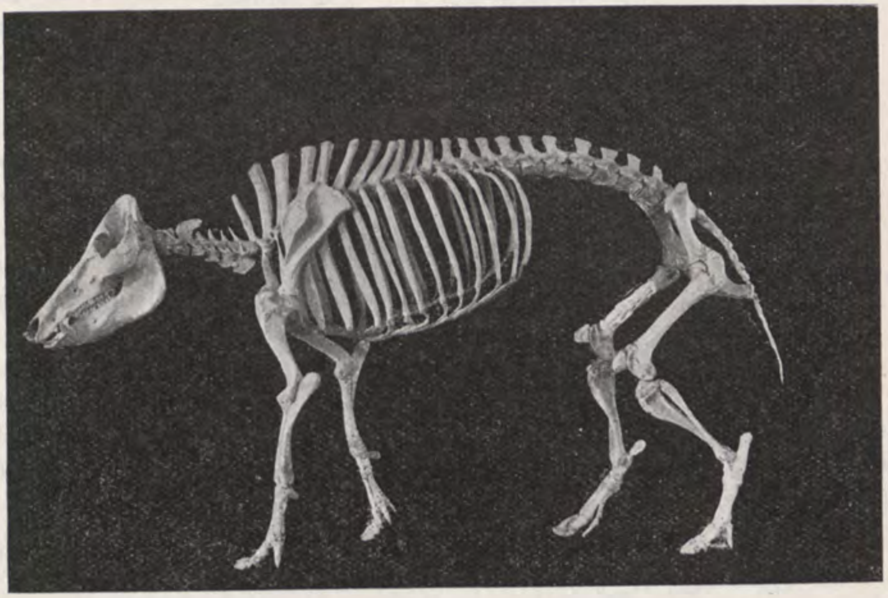


Rys. 70. Kość krzyżowa — świni widziana od góry.

Wierzchołek *(apex)* kości krzyżowej służy do połączenia z pierwszym kręgiem ogonowym. Widnieje na nim owalna powierzchnia stawowa trzonowa a nad nią trójkątny — otwór krzyżowy tylny *(for. sacrale post.* s. *hiatus sacralis)* stanowiący zakończenie wspomnianego powyżej przewodu krzyżowego. Po obu stronach powierzchni stawowej trzonowej są osadzone, zazwyczaj mocno uwstecznione, —

wyrostki stawowe tylne *(procc. articulares post. s. cornua sacralia)*. Jak z samej nazwy wynika łączą się one z wyrostkami stawowemi przedniemi I kręgu ogonowego.

Na zakończenie muszę dodać, iż ze wszystkich odcinków kręgosłupa, jedynie jego odcinek krzyżowy wykazuje wyraźne cechy związane z płcią. W samej rzeczy u samic kość krzyżowa jest cokolwiek szer-



Rys. 71. Kościec — świni domowej *(Sus dom.)*.

sza, a jej powierzchnia miedniczna bardziej wklęsła aniżeli to ma miejsce u samców. Różnice te jednak nie są wielkie i trzeba wprawnego oka dla trafnego postawienia rozpoznania.

U człowieka, w związku z silnym rozwojem głowy płodu, cechy płciowe kości krzyżowej są wyraźniej zaznaczone.

E. Odcinek ogonowy *(pars coccygea)* kręgosłupa tworzy kościec dla końcowego odcinka tułowia zwanego — ogonem *(cauda)*.

W związku z przejęciem przez kończyny tylne czynności napędowych, ogon ssaków wykazuje mniej albo bardziej daleko idące uwstecznienie, powodujące wielką zmienność w jego budowie i w składzie. U wszystkich — ssaków ogoniastych *(mammalia caudata)* ogon pełni rolę narządu ochraniającego narządy płciowe zewnętrzne (zwłaszcza u samic!) oraz odbyt, często zaś ma za zadanie dawanie wyrazu na-

strojom psychicznym przezco staje się jakgdyby niemym narządem porozumiewawczym.

Zachował on większe znaczenie u tych zpośród ssaków, które cechuje bądź swoista przemieszczelność bądź też swoiste warunki bytowania. A więc np. u Kotowatych ogon stanowi ważny narząd równowagi u — Kopytnych umożliwia on opędzanie się od owadów, u ssaków o przemieszczalności skokowej (*Macropodidae*, niektóre Gryzonie) służy za oparcie podczas przyjęcia postawy siedzącej (rys. 72). Własności podporowe posiadał również ogon u niektórych postaci wygasłych zpośród — *Xenarthra* (np. ✝ *Mylodon*, ✝ *Megatherium*). U niektórych — Naczelnych (np. *Alouatta*) i u niektórych innych ssaków (np. *Didelphys*, *Manis*, *Potos*, *Coendu*) prowadzących żywot nadrzewny ogon stał się narządem chwytnym i wreszcie u — Waleniowatych i u wielu innych ssaków wodnych (np. u *Castor myogale*, u *Lutrinae*, u *Potamogale* i t. d.) przybrał postać i rolę wiosła.



Rys. 72. *Didelphys paraguayensis* uchwycony w chwili usiłowań zachowania równowagi na tyczce, za pośrednictwem ogona (fot. H. Hediger'a, zmieniona).

U wykopaliskowego ✝ *Doedicurus clavicaudatus* (*Xenarthra*) długi i opancerzony ogon odgrywał niewątpliwie rolę potężnej broni [1]).

Zasługuje na podkreślenie że w toku rozwoju Koniowatych następowało powolne skracanie ogona co stoi prawdopodobnie w związku z ich przystosowywaniem się do szybkiego biegu. Ssaki natomiast uciekające się do przemieszczalności typu skokowego, w jego najprzeróżnorodniejszych odmianach, zawsze posiadają ogon wydłużony i silnie rozwinięty.

Temniemniej należy sobie otwarcie powiedzieć: biomechanika ogona nie jest dotychczas wystarczająco wyjaśniona. Wiele w tym przedmiocie tkwi punktów niejasnych lub wręcz mglistych i może dopiero dalsze badania w tym kierunku przedstawią nam rolę tego narządu w formie dopuszczalnej! Istotnie czem wytłumaczyć że podczas gdy np. — *Macacus rhesus* jest wyposarzony w długi ogon, blisko z nim spokrewniony gatunek — *Macacus inuus* posiada go wstanie uwstecznionym.[2])

Powyższe tłumaczy wystarczająco znaczne wahania zachodzące

---

[1]) p. tom I, str. 27, rys. 8.

[2]) Do chwili obecnej anatomja porównawcza zadawalała się jedynie opisem narządów, zupełnie nie uwzględniając biomechaniki. Szczęśliwy wyłom w tym kierunku uczynił H a n s B ö k e r, w dziele, które ukazało się w trakcie druku niniejszego tomu, pod nagłówkiem: «Einführung in die vergleichende biologische Anatomie der Wirbeltiere» Band I. 1935.

w składzie liczebnym odcinka ogonowego różnych ssaków. I tak, podczas gdy u — *Hylobates (Antropomorphae)* liczy on tylko trzy kręgi, ilość ich u — *Manis macrura (Pholidota)* wynosi aż 49.

A oto, kilka liczb odnoszących się do człowieka i ssaków udomowionych.

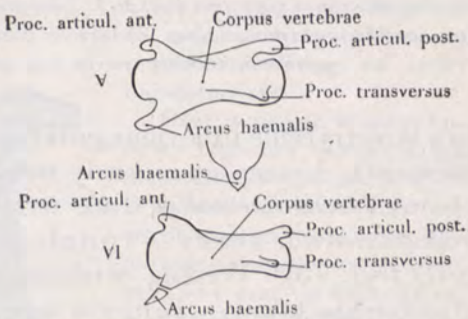
Carnivora	20 — 23	kręgów
Suidae	20 — 23	„
Bovinae	18 — 20	„
Equidae	15 — 19	„
Leporidae	14 — 16	„
Caprinae	11 — 16	„
Ovinae	3 — 24	„
Hominidae	4 — 5	„

Zpośród innych ssaków wyjątkowo dużą ilością kręgów ogonowych odznacza się — *Ateles* (rys. 76) liczący ich przeciętnie 34 oraz — *Microgale longicaudata (Insectivora)* posiadające ogon składający się aż z 47 kręgów!

Znaczną zmiennością liczebną kręgów ogonowych odznacza się — *Ovis aries*. Otóż, w gatunku tym można rozróżnić trzy zasadnicze typy, z których:

typ długoogoniasty liczy	15 — 22	kręgów
„ krótkoogoniasty liczy poniżej .	13	„
„ bezogoniasty liczy przeciętnie .	3	kręgi

K r ę g i o g o n o w e *(vertebrae coccygeae)* cechuje duże uwstecznienie potęgujące się stopniowo w miarę posuwania się ku tyłowi. Tak więc jeżeli pierwsze kręgi posiadają jeszcze budowę kręgu typowego, kręgi dalsze tracą w pierwszym rzędzie wyrostki stawowe, nieco później i wyrostki kolczyste, dalej—łuki *(arcus vertebrales)* zamykające otwór kręgowy pękają i wreszcie giną naskutek czego otwór kręgowy otwiera się szeroko po stronie grzbietowej kręgu. Najdłużej zachowujące się—w y r o s t k i p o p r z e c z n e *(procc. transversi)* maleją coraz bardziej i wreszcie zanikają, naskutek czego z całego kręgu nie pozostaje już nic więcej jak tylko jego trzon.



Rys. 73. Dwa kręgi ogonowe (V i VI) — p s a widziane zboku. W części pośrodkowej rysunku widać odcinek dolny kręgu widziany od przodu z łukiem naczyniowym, obejmującym drobny tunel naczyniowy.

Otwór kręgowy jest ciasny nie zawiera on bowiem, jak to ma miejsce w innych odcinkach kręgosłupa, rdzenia kręgowego lecz jest wypełniony przez wiązkę nerwów ogonowych. Brak rdzenia kręgowego

w odcinku ogonowym tłumaczy się szybszym wzrostem kręgosłupa aniżeli rdzenia.

T r z o n *(corpus)* kręgu ogonowego ma kształt walcowaty i mocno wydłużony o powierzchniach trzonowych kulistych, co jest w wysokim stopniu korzystne przy wykonywaniu ruchów ogonem. U M i ę s o-ż e r n y c h, u P r z e ż u w a c z y i u niektórych N a c z e l n y c h na powierzchni dolnej trzonu pierwszych kręgów ogonowych, widnieją



Rys. 74. *Macropus giganteus* (fot. dr. J. Żabińskiego). Tym razem wyjątkowo silnie rozwinięty ogon umożliwia przybranie temu Torbaczowi postawy półspionizowanej. Pozatem zwraca uwagę nadrozwój kończyn tylnych oraz niedorozwój kończyn przednich.

dwa symetrycznie ustawione guzki — w y r o s t k i n a c z y n i o w e *(procc. haemales)*, łączące się niekiedy wdole ze sobą w t. zw. — łuk n a c z y-n i o w y *(arcus haemalis)*. Łuk wraz z trzonem ograniczają wspólnie trójkątny otwór zwany — t u n e l e m n a c z y n i o w y m *(canalis vascularis)* (rys. 73). Według większości autorów wyrostki naczyniowe odpowiadają t. zw. — ż e b r o m b r z u s z n y m ryb (p. niżej).

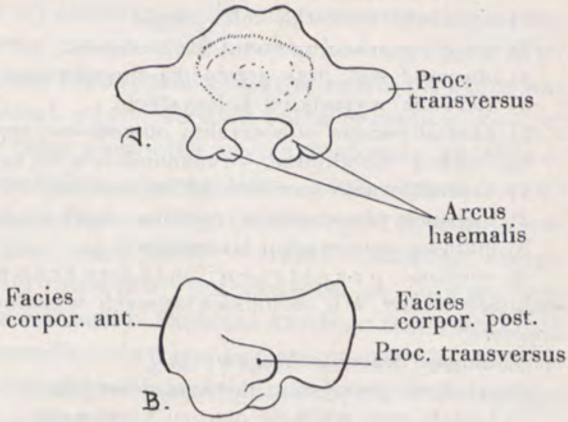
U — c z ł o w i e k'a (rys. 68) kręgi ogonowe często zrastają się ze sobą w późniejszym wieku w jedną, stożkowatą — k o ś ć o g o n o w ą *(coccyx)*. Podobny objaw spotykamy również u płazów bezogoniastych i u ptactwa (t. zw. — pygostyl).

Tak znaczne skrócenie odcinka ogonowego u człowieka nie stanowi jednak w tym kierunku żadnego rekordu, wiemy bowiem że np. u takiego — orang-utana *(Simia satyrus)* liczba kręgów ogonowych nie przekracza trzech.

Zasługuje na uwagę że u płodu ludzkiego ilość zaczątków kręgów

ogonowych wynosi dziewięć i dopiero w późniejszych okresach rozwojowych ilość ta maleje do czter^ch lub pięciu. Jak się stosunki przedstawiały u — człowieka pierwotnego nie wiemy, żadne bowiem resztki kostne kręgów ogonowych naszego odległego przodka nie są nam znane (rys. 84).

Wręcz odrębny obraz stosunków stwierdzamy u Waleniowatych. Otóż, w związku z ich przemieszczalnością typu ogonowego, kręgi ogonowe są zaopatrzone w silne wyrostki kolczyste i poprzeczne, tworzące powierzchnie przyczepowe dla umięśnienia ogonowego (rys. 84).



Rys. 75. Krąg ogonowy — k o n i a widziany od przodu (A) i zboku (B).

Analiza biomechaniczna budowy kręgów. Tu i ówdzie rozproszone uwagi na temat wartości poszczególnych cech morfologicznych kręgów postaramy się obecnie skupić w kilku zasadniczych wytycznych, mających za zadanie ułatwienie oceny i zwrócenie uwagi na cechy najistotniejsze.

Otóż, wnikając w istotę budowy tego lub innego kręgu nietrudno przyjść do wniosku że stanowi on wykładnik odczynu morfologicznego na dwa główne czynniki: — w y t r z y m a ł o ś ć oraz — r u c h. W samej rzeczy jeżeli krąg nie jest w gruncie rzeczy niczem innem jak podstawowym składnikiem belki kręgosłupowej, która wszak musi być odpowiednio odporna oraz wystarczająco plastyczna to przecież muszą się te własności, w taki lub w inny sposób, przejawić i w kręgu. W ten sposób, dają się wyróżnić w każdym z kręgów dwa zasadnicze ze-



Rys. 76. *Ateles* o ogonie i kończynach tylnych typu chwytnego (naśladowane wg. Brehm'a).

społy cech: — cechy wytrzymałościowe i — cechy ruchomościowe.

Do cech — wytrzymałościowych zaliczymy:

1) wysokość całkowitą kręgu;
2) wysokość wyrostka kolczystego;
3) kształt przekroju trzonu kręgowego;
4) obecność wgl. brak grzebienia trzonowego;
5) kierunek wyrostków kolczystych;
6) ukształtowanie powierzchni obwodowej trzonu.

Do cech o charakterze — ruchomościowym należą:

1) ukształtowanie powierzchni stawowych wyrostków stawowych;
2) kierunek ustawienia wyrostków stawowych;
3) budowa powierzchni trzonowych;
4) wielkość przestrzeni międzytrzonowych przedzielających sąsiadujące trzony, a u osobników żywych wypełnionych przez chrząstki międzykręgowe;
5) długość trzonów kręgowych;
6) wielkość przestrzeni międzykolcowych;
7) kształt oraz wielkość otworu kręgowego;
8) obecność wgl. brak powierzchni stawowych dodatkowych (czaszkowokręgosłupowych!, xenarthralnych!, lędźwiowych u Koniowatych!).

Biorąc powyższe pod uwagę łatwo przewidzieć, że kręgosłup o dużej wytrzymałości, musi być zbudowany z kręgów wysokich i długich, zaopatrzonych w wysokie wyrostki kolczyste i w grzebienie trzonowe... Natomiast kręgosłup sprężysty, mogący ulegać znaczniejszym odkształceniom, będzie się składać z kręgów krótkich, przedzielonych dużemi przestrzeniami międzytrzonowemi i szerokiemi przestrzeniami międzykolcowemi, trzony charakteryzować będą powierzchnie trzonowe kłykciowopanewkowe, wyrostki stawowe osiągną duże powierzchnie stawowe i wyrzeźbią się pod postacią kulistą lub walcowatą i wreszcie powstać mogą dodatkowe połączenia stawowe przeznaczone do wykonywania ruchów specjalnych.

Brak mechanicznego obciążenia oraz unieruchomienie danego odcinka ciała powoduje nieuniknienie niedorozwój całego kręgu (np. w kręgach ogonowych) oraz wtórne zrosty (np. w kości krzyżowej).

Do cech mogących mieć znaczenie zarówno wytrzymałościowe jak i ruchomościowe należą: obecność wzgl. brak wyrostków nadliczbowych (np. wyrostków sutkowatych, wyrostków dodatkowych i t. p.) oraz długość i kierunek wyrostków poprzecznych.

Oczywiście że budową ustrojów żywych nie rządzą sztywne szablony i ścisła analiza biomechaniczna kręgosłupa ssaków wykazałaby, niewątpliwie, dużą ilość różnorodnych, odpowiadających potrzebom życiowym, typów kręgosłupowych, niestety do chwili obecnej jesteśmy skazani błąkać sie dość bezradnie na tym odcinku anatomji! Przypuszczam jednak że powyżej wyszczególnione wytyczne umożliwią, chociażby w znikomym stopniu, zorjentowanie się w wartościach niektórych cech kręgowych.

Układ stawowy kręgosłupa. Przystępując obecnie do rozpatrzenia układu stawowego kręgosłupa, należy sobie dokładnie uświa-

domić warunki mechaniczne jakim on ma czynić zadość w całokształcie ustroju.

W tym celu spójrzmy na kręgosłup okiem budowniczego... Czemżeż on wtedy będzie, jak nie wydłużoną «belką» dwoma swemi końcami wspartą albo lepiej unoszoną na obręczach obu kończyn (rys. 80)? Belką, zbudowaną z odcinkowo ułożonych krążków kostnych które nazwaliśmy — kręgami... Ale wszak gdyby to była belka jednolicie kostna, a więc zupełnie sztywna, to poza niewielką wytrzymałością, nie wykazywałaby ona należytej i niezbędnej sprężystości, pozwalającej na ruchy tułowia. Istota, posiadająca tego rodzaju sztywny kręgosłup i podobnie mało plastyczny tułów, nie byłaby w stanie zmieniać swego kształtu na nierównościach terenu i przy przeciskaniu się poprzez wąskie szczeliny (Kotowate, Łasicowate). Podczas każdego stąpnięcia (już nie mówiąc o skoku!) następowałby silny wstrząs całego ustroju, wstrząs nietylko że szkodliwy dla narządów wewnętrznych, ale i niweczący część użytecznej siły napędowej.

Należy pamiętać, że nawet u ssaków, posiadających dobrze ukształtowane kończyny nośne, rola kręgosłupa jako biernego narządu ruchu, acz niewielka, nie jest jednak do zlekceważenia. Będzie jeszcze o tem mowa przy opisie umięśnienia!

Z powyższego wynika, że kręgosłup winien być nietylko odpowiednio wytrzymały (zwłaszcza na zgięcie w płaszczyźnie pośrodkowej by móc się oprzeć ciężarowi trzew!) ale i wystarczająco sprężysty! Własności owe kręgosłup zawdzięcza tej okoliczności, iż choć składa się on, zasadniczo z niezależnych, sztywnych kręgów kostnych wiąże je jednak między sobą za pośrednictwem sprężystych wkładek chrząstkowych i więzadeł. W ten sposób powstaje rodzaj — belki chrząstkowo-kostnej, sprężystość której zapobiega niepożądanej sztywności tułowia.

Jakżeż się więc przedstawia ów układ stawowy? Pierwsza uwaga, która się nasuwa w związku z powiązaniem kręgosłupa, jest niezwykłe ubóstwo stawów jamowych przy bardzo oficie reprezentowanym zespole stawów pełnych! Wynika z tego, iż bądź co bądź ruchomość kręgosłupa nie jest zbyt wielka i że nieporównanie większy nacisk był położony na nadanie mu wytrzymałości. Dalej zasługuje na uwagę, że w połączeniach kręgów nie został pominięty żaden z ich składników, naskutek czego stwierdzamy obecność stawów nietylko między wyrostkami stawowemi, ale również między trzonami, łukami, wyrostkami kolczystemi i t. d.

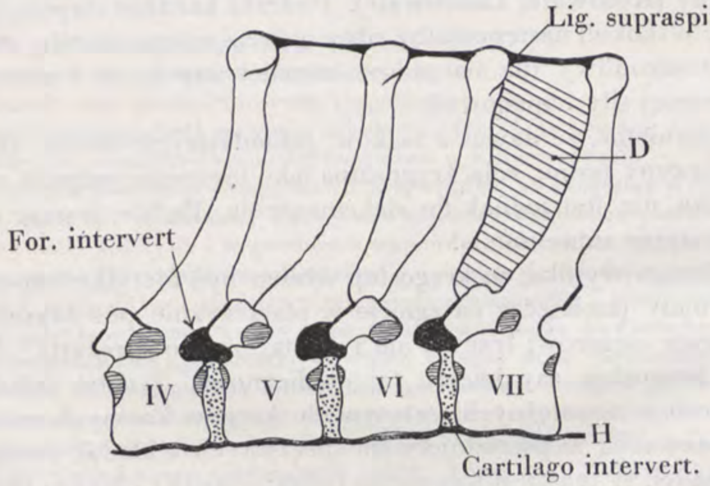
A teraz zwięzły opis układu stosunków!

Wszystkie stawy kręgosłupa podzielimy na dwie kategorje: a) stawy czynne i b) stawy bierne.

Pod nazwą — stawów czynnych należy rozumieć połączenia wykazujące duży stopień sprężystości, dzięki której siła odkształcająca skurczów umięśnienia, magazynuje się w owych stawach pod postacią energji potencjalnej i zaoszczędza zespołowi przeciwniczemu mięśni wysiłku przywrócenia pierwotnego stanu rzeczy. Innemi słowy, dzięki swoistym własnościom swego utkania, stawy czynne pełnią rolę namiastek mięśni. Stąd ich nazwa!

W — stawach biernych znaczenie sprężystości jest znacznie mniejsze, a główny nacisk jest położony w kierunku zapewnienia kręgosłupowi wystarczającej odporności i ruchomości.

A. Stawy czynne. Jest ich dwa: chrząstki międzykręgowe i więzadła międzyłukowe.



Rys. 77. Cztery kręgi piersiowe (IV, V, VI i VII) połączone za pośrednictwem chrząstek międzykręgowych, więz. nadkolcowego, więz. międzykolcowego (D) oraz więz. podłużnego dolnego (czarna linja ciągnąca się pod trzonami kręgów).

1) Chrząstki międzykręgowe *(cartilagines intervertebrales)* mają kształt płaskich krążków wciśniętych między trzony sąsiadujących kręgów. Są to właściwie — chrząstkozrosty międzytrzonowe powstałe głównie z tkanki kościotwórczej okołostrunowej. W każdej z chrząstek międzykręgowych rozróżniamy część obwodową, mającą postać obręczy, — pierścień włóknisty *(annulus fibrosus)* i część ośrodkową — jądro galaretowate *(nucleus pulposus)*.

W skład — pierścienia włóknistego wchodzi szereg okrężnie i spiralnie ułożonych blaszek, złożonych z włókien klejodajnych, ciągnących się ukośnie od powierzchni trzonowej jednego kręgu do ta-

kiejże powierzchni kręgu sąsiedniego. Zasługuje na uwagę, że skład włókien w blaszkach jest naprzemianległy t. zn. że włókna sąsiadujących blaszek wykazują kierunek wręcz przeciwny. W ten sposób powstaje budowa przypominająca układ kratownicowy, tak szeroko stosowany w mostownictwie.

Zgodnie ze swą nazwą — jądro galaretowate posiada spoistość półpłynną, zajmuje część ośrodkową chrząstki i stanowi pozostałość po strunie grzbietowej. Tak więc, u ssaków jedynie tutaj i nigdzie więcej nie występują zniekształcone resztki narządu, który ongiś (w zaraniu rozwoju rodowego i osobniczego) odgrywał tak wielką rolę!

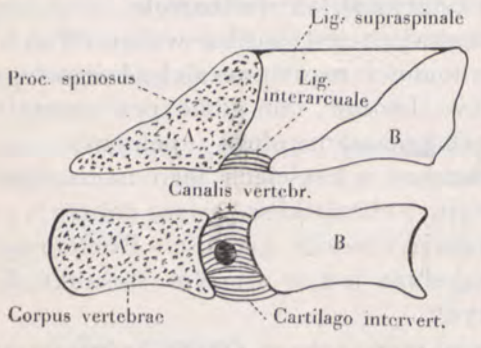
Znaczenie chrząstek międzykręgowych jest bardzo ważne. One to w głównej mierze decydują o ruchomości zarówno całego kręgosłupa jak i poszczególnych jego odcinków. Istotnie, tam gdzie przeistoczyły się one w kościozrosty, dany odcinek kręgosłupa ulega zupełnemu unieruchomieniu (kość krzyżowa), natomiast w częściach jego najbardziej ruchomych (odcinek ogonowy i szyjny) chrząstki są zawsze dobrze wyrażone, a przedewszystkiem wykazują znaczną grubość. Ruchomość więc jakiegokolwiek odcinka kręgosłupa jest w prostym stosunku do grubości chrząstek międzykręgowych.

Naskutek prawidłowego napięcia mięśniowego *(tonus muscularis)* chrząstki międzykręgowe znajdują się u ssaka żywego w stanie ustawicznego, mniejszego lub większego ucisku, i dopiero po śmierci osiągają swą rzeczywistą grubość. U człowieka, poza napięciem mięśniowem, odgrywa jeszcze dużą rolę ciśnienie wywołane ciężarem ciała, z czego wynika że w położeniu leżącem jesteśmy zawsze nieco dłużsi aniżeli w postawie stojącej. Powyższy objaw daje się łatwo stwierdzić zwłaszcza po opuszczeniu łóżka po długotrwałej chorobie. U starców, sprężystość chrząstek jest zawsze nieco mniejsza, co powoduje zmniejszenie starcze wzrostu.

2) Więzadła międzyłukowe *(ligg. intercruralia s. flava)* są więzozrostami wypełniającemi szpary oddzielające łuki sąsiadujących kręgów, mają kształt szerokich błon i zawierają dużą ilość włókien sprężystych. Dzięki tym ostatnim więzadła międzyłukowe posiadają zabarwienie żółtawe, a przedewszystkiem wykazują duży stopień sprężystości. One to powodują wyprostowanie, uprzednio zgiętego, kręgosłupa, przezco zmniejszają wysiłek mięśni wyprostnych grzbietu.

Znaczenie mechaniczne obu stawów czynnych wyjaśnia rys. 78. Przedstawia on dwa schematyczne kręgi (A i B) przepiłowane w płaszczyźnie pośrodkowej, a połączone wdole chrząstką międzykręgową, powyżej zaś przewodu kręgosłupowego za pośrednictwem wąskiego pasma międzyłukowego. Jeżeli teraz wyobrazimy sobie że do kręgu B będzie

przyłożona jakakolwiek siła zginająca, to jest rzeczą jasną, że zarówno warstwa górna chrząstki międzykręgowej jak i więz. międzyłukowe poddane będzie rozciąganiu przez co napięcie ich włókien stanie się większe. Dzięki owemu napięciu, które nie jest niczem innem jak zwiększeniem sprężystości stawów czynnych, wypadnięcie siły zginającej spowoduje powrót kręgu B do swego poprzedniego położenia, bez konieczności użycia specjalnej siły mięśniowej wyprostowywującej. Zgięcie całego kręgosłupa, jak to obserwujemy np. u kota szykującego się do skoku (rys. 83) powoduje przekształcenie belki kręgosłupowej w rodzaj sprężyny opartej o miednicę, wyprostowanie której to belki ułatwia odskok.



Rys. 78. Dwa sąsiadujące kręgi (A i B) powiązane za pośrednictwem chrząstki międzykręgowej (ciemna plama oznacza jądro galaretowate), więz. nadkolcowego i więz. międzyłukowego.

B. S t a w y b i e r n e.

1) S t a w y j a m o w e m i ę d z y w y r o s t k o w e *(artt. procc. articularium)* łączą wyrostki stawowe przednie jednego kręgu z wyrostkami stawowemi tylnemi kręgu poprzedzającego. Jak we wszystkich stawach jamowych, a więc i w tych, powierzchnie stawowe są pokryte warstwą istoty chrząstkowej, a jamę stawową zamyka, zewsząd mocno napięta, — t o r e b k a s t a w o w a *(capsula articularis)*.

Ruchy w stawach międzywyrostkowych zależą od kształtu powierzchni stawowych i od stopnia napięcia torebek stawowych i są najbardziej zaznaczone w odcinku ogonowym, a dalej w odcinku szyjnym i wreszcie w odcinku lędźwiowym. Ruchomość odcinka piersiowego u większości ssaków (za wyjątkiem *Felidae, Mustelidae, Erinaceidae* i *Xenarthra)* jest bardzo ograniczona.

Pozostałe części składowe kręgów są połączone szeregiem więzozrostów krótkich i długich.

2) W i ę z a d ł o p o d ł u ż n e d o l n e *(lig. longitudinale inf.)* ma kształt szerokiej taśmy ciągnącej się wzdłuż powierzchni dolnej kręgosłupa od okolicy ósmego kręgu piersiowego (u Koniowatych) aż po kość krzyżową. U N a c z e l n y c h zakres więzadła jest większy: sięga ono aż po drugi krąg szyjny.

W długiej wędrówce poprzez odcinek piersiowy i lędźwiowy kręgosłupa, więzadło podłużne dolne nawiązuje ścisłą łączność z powierzch-

nią obwodową trzonów kręgowych, a głównie z chrząstkami międzykręgowemi.

Znaczenie czynnościowe: stawia opór przeciwko nadmiernemu wyprostowywaniu kręgosłupa.

3) Więzadło podłużne górne *(lig. longitudinale sup.)* ma kształt szerokiej wstęgi umieszczonej we wnętrzu przewodu kręgosłupowego i ciągnie się tam od kręgu obrotowego aż po kość krzyżową. Łączy ono powierzchnie rdzeniowe trzonów i krawędzie górne chrząstek międzykręgowych. Na wysokości każdego z trzonów więzadło przechodzi nakształt mostu ponad owem wgłębieniem, poprzez które naczynia żylne opuszczają wnętrze trzonu.

Znaczenie więzadła górnego jest nader proste: zapobiega ono zbyt wielkiemu wygięciu kręgosłupa w kierunku brzusznym pod wpływem skurczu umięśnienia brzusznego (m. prostego brzucha!).

4) Więzadła poprzeczne *(ligg. intertransversaria)* są najlepiej rozwinięte w odcinku lędźwiowym kręgosłupa gdzie mają postać krótkich, niekiedy parzystych, odcinkowo ułożonych pasemek łączących sąsiednie wyrostki poprzeczne.

Znaczenie czynnościowe: hamują zgięcia boczne kręgosłupa.

5) Więzadła międzykolcowe *(ligg. interspinalia)* mają kształt szerokich, choć krótkich blaszek, wyposażonych obficie we włókna sprężyste i ciągnących się od krawędzi tylnej wyrostka kolczystego jednego kręgu do krawędzi przedniej, ostrej, wyrostka kolczystego kręgu następnego.

Znaczenie czynnościowe: przeciwstawiają się nadmiernemu zgięciu kręgosłupa.

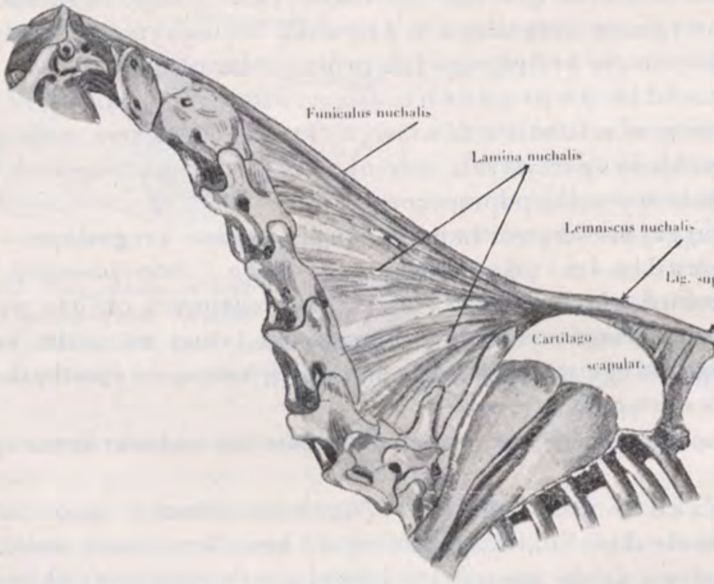
6) Więzadło nadkolcowe *(lig. supraspinale)* może być porównane do cienkiej linki ciągnącej się od kości krzyżowej wzdłuż całego kręgosłupa aż do czaszki i wiążącej po drodze wszystkie guzki wyrostków kolczystych. Napięciu tego więzadła (rys. 1) zawdzięczają wyrostki kolczyste swe nachylenie w stosunku do kręgu przeponowego (antyklinicznego).

W odcinku szyjnym, więzadło nadkolcowe, ze względu na konieczność mechanicznego podwieszenia ciężkiej głowy, przybiera postać wysokiej, sprężystej wstęgi zwanej — więzadłem karkowem *(lig. nuchae)* (rys. 79).

U — *Equidae* więzadło karkowe posiada budowę następującą. Więzadło nadkolcowe o którem była przed chwilą mowa, po dojściu do V kręgu piersiowego stopniowo grubieje tworząc zwartą masę, wieńczącą okolicę kłębu, a zwaną — taśmą karkową *(lemniscus nuchalis)*.

W pierwotnie jednolitej taśmie, począwszy już od drugiego kręgu piersiowego, dają się wyróżnić dwie główne części składowe: — powrózek karkowy oraz — blaszka karkowa.

Powrózek karkowy *(funiculus nuchalis)* jest tworem parzystym i symetrycznym, ma kształt wałeczkowaty i ciągnie się na podobieństwo mostu ponad całym odcinkiem szyjnym kręgosłupa by skończyć się na guzowatości potylicznej zewnętrznej czaszki. Po drodze, od powrózka odchodzą liczne pasma więzadłowe kierujące się ukośnie wprzód i ku dołowi ku szczątkowym wyrostkom kolczystym II-VI kręgów szyjnych (rys. 79). Całokształt tych włókien nie jest niczem innem jak drugą częścią składową więz. karkowego t. j. — blaszką karkową!



Rys. 79. Schemat budowy i położenia więz. karkowego u konia.

Blaszka karkowa *(lamina nuchalis)* jest podobnie jak i powrózek tworem parzystym. Rozróżniamy przeto blaszkę karkową prawą i lewą, przedzielone wąską szczeliną, wypełnioną tkanką łączną luźną. Każda z owych blaszek jest utworzona przez pęczki włókien więzadłowych kończących się na wyrostkach kolczystych i wykazuje liczne drobne szpary (rys. 79).

Jak już zaznaczyłem powyżej, w skład blaszki wchodzą włókna odrywające się od powrózka karkowego, z czego wynika, iż uważać je należy wraz powrózkiem za jedną całość.

Znaczenie więzadła karkowego jest bardzo wielkie. Utworzone

jest ono przez włókna sprężyste a przeto umożliwia utrzymanie głowy w położeniu poziomem bez konieczności współpracy ze strony mięśni karkowych, a ponadto tworzy szeroką i wytrzymałą powierzchnię, na której znajduje przyczep szereg mięśni okolicznych.

Ze względów praktycznych zasługują na uwagę dwie kaletki śluzowe umieszczone w obrębie więzadła: jedna z nich — kaletka nadszczytowa *(bursa supraatlantica)* leży między kręgiem szczytowym i powrózkiem karkowym, druga zaś — kaletka przedtaśmowa *(bursa praelemniscalis)* widnieje w miejscu odejścia blaszki od taśmy karkowej.

U — *Bovinae* budowa więz. karkowego nieznacznie tylko odbiega od stosunków opisanych u Koniowatych. Zasadnicze różnice streszczają się w tem, że zarówno taśma karkowa jak i powrózek są nieco grubsze, natomiast w blaszce widnieje kilka obszernych okienek, wskazujących na pewnego rodzaju niedorozwój owego układu więzadłowego.

Ze względu na duży ciężar głowy więz. karkowe jest wyjątkowo silnie rozwinięte u bizona *(Bos bison)*, u żubra *(Bos bonasus)*, a było jeszcze prawdopodobnie w wyższym stopniu u ✝ *Bos primigenius*, u Nosorożcowatych *(Rhinocerotidae)* i u — Słoniowatych[1]).

U innych ssaków, a przedewszystkiem u spionizowanego człowieka więz. karkowe jest bardzo słabo rozwinięte i ogranicza się li tylko do jego części powrózkowej.

Układ stawowy czaszkowokręgosłupowy. Odrębne warunki, w których znajduje się głowa sprawiły iż w miejscu spotkania czaszki z początkowym odcinkiem kręgosłupa utworzył się swoisty układ stawów jamowych, zapewniających głowie wystarczającą ruchomość. W skład tego układu wchodzą: — staw szczytowopotyliczny i staw szczytowoobrotowy.

a) Staw szczytowopotyliczny *(art. atlantooccipitalis)* łączy kłykcie kości potylicznej *(condyli occipitales)* z dołami stawowemi przedniemi kręgu szczytowego.

Jak w każdym stawie. jamowym *(diarthrosis)*, powierzchnie stawowe, zarówno kłykcia politycznego jak i dołu kręgu szczytowego są pokryte warstwą chrząstki stawowej, a jamę stawową zamyka dość wiotka torebka stawowa. Zasługuje na uwagę, że u Narostkowców, u Mięsożernych i u Świniowatych jama stawowa strony prawej zawsze łączy się z takąż jamą

---

[1] Należy zauważyć że zarówno arthrologja porównawcza jak i syndesmologja porównawcza są gałęziami anatomji bardzo mało opracowanemi. Otwierają się w tym kierunku widnokręgi nader rozległe!

strony lewej. Podobne zjawisko spostrzega się i u starszych osobników zpośród Koniowatych. Należy również pamiętać że ponadto stawy szczytowopotyliczne łączą się zawsze u Mięsożernych i u Świniowatych ze stawami szczytowoobrotowemi. U — człowieka połączenia tego rodzaju nie występują.

Wątłą torebkę stawową wzmacniają więzozrosty: — błona szczytowopotyliczna dolna i — błona szczytowopotyliczna górna.

Pierwsza z nich, a więc — błona szczytowopotyliczna dolna *(membrana atlantooccipitalis inf.)* ma kształt cienkiej lecz szerokiej blaszki napiętej między odcinkiem dolnym krawędzi otworu potylicznego wielkiego *(for. occipitale magnum)* i łukiem dolnym kręgu szczytowego, natomiast — błona szczytowopotyliczna górna *(membrana atlantooccipitalis sup.)* zamyka szczelinę przedzielającą łuk górny kręgu szczytowego od kości potylicznej i przymocowywuje się z jednej strony na krawędzi górnej otworu potylicznego wielkiego, a z drugiej na łuku górnym kręgu szczytowego.

Ruchy w stawie szczytowopotylicznym: opuszczanie i podnoszenie głowy (jak np. w geście zastępującym wyraz — «tak»).

b) Staw szczytowoobrotowy *(art. atlantoepistrophica)* jest stawem jamowym łączącym powierzchnie stawowe tylne kręgu szczytowego z powierzchniami przedniemi i z zębem kręgu obrotowego. Wiotka i cienka torebka stawowa zamyka jamę stawową wspólną dla stawów obu stron.

Staw wzmacniają dwa więzozrosty: więzadło zębowe poprzeczne *(lig. transversum dentis)* oraz — dwa więzadła skrzydłowe *(ligg. alaria)*.

Więzadło poprzeczne obejmuje od góry ząb kręgu obrotowego *(dens ephistrophei)*, tworząc dlań wraz z łukiem dolnym kręgu szczytowego rodzaj pierścienia kostnowięzadłowego, powleczonego błoną maziową. Z powyższego wynika, że więzadło to dzieli cały otwór kręgowy kręgu szczytowego na dwie części niezależne: — część dolną, w której znajduje pomieszczenie ząb kręgu obrotowego i — część górną, obejmującą rdzeń przedłużony. Po obu stronach więzadło przymocowywuje się na powierzchni wewnętrznej kręgu szczytowego, a mianowicie w miejscu spotkania się jego obu łuków.

Znaczenie więzadla poprzecznego jest duże, nietylko bowiem tworzy część powierzchni stawowej służącej do objęcia zęba ale również zabezpiecza rdzeń przedłużony przed obrażeniami w czasie wykonywania ruchów w stawie szczytowoobrotowym. Inne przeznaczenie posiadają — więzadła skrzydłowe *(ligg. alaria)*, odchodzące od wierzchołka zęba, a przytwierdzające się do krawędzi otworu potylicznego

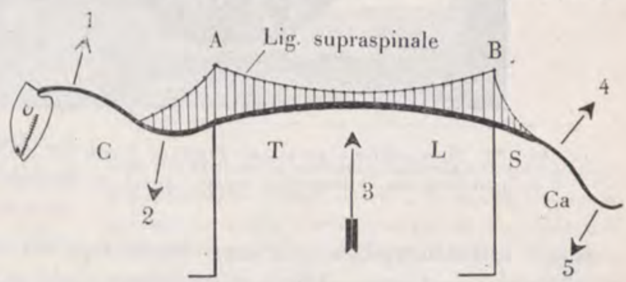
wielkiego. Umacniają one połączenie między głową i początkowym odcinkiem kręgosłupa, a pozatem hamują nadmierne ruchy obrotowe kręgu szczytowego.

Ruchy w stawie szczytowoobrotowym: obroty głową wraz z kręgiem szczytowym, wprawo i wlewo dookoła długiej osi szyi (jak w geście przeczenia!).

Mechanika stawów czaszkowokręgosłupowych. Ruchomość głowy, acz w pewnym stopniu zależna od ruchomości całego odcinka szyjnego kręgosłupa, w głównej jednak mierze jest związana z ukształtowaniem stawów jamowych, jakiemi są staw szczytowopotyliczny i staw szczytowoobrotowy. Pierwszy raz więc stajemy w obliczu naczelnej zasady arthrologicznej, według której budowa stawu jest zawsze wykładnikiem zakresu jego ruchomości. Ześrodkowanie licznych narządów zmysłów oraz czynności związanych z pobieraniem pokarmu sprawiły, iż jedynie na drodze powstania stawów jamowych w miejscu spotkania kręgosłupa z czaszką głowa mogła osiągnąć należytą ruchomość.

Zawdzięczając tym właśnie okolicznościom powstały dwa stawy — staw szczytowopotyliczny i — staw szczytowoobrotowy, które podzieliły czynność między sobą w sposób następujący: w stawie szczytowopotylicznym wykonywane są ruchy opuszczania i podnoszenia głowy dookoła osi ciągnącej się poprzecznie poprzez obydwa kłykcie kości potylicznej, natomiast w stawie szczytowoobrotowym krąg szczytowy wykonywa (wraz z głową) obrót dookoła osi, przechodzącej wzdłuż zęba kręgu obrotowego. W obydwóch stawach zadanie opisanych więzadeł jest jedno: hamowanie nadmiernego zasięgu ruchów.

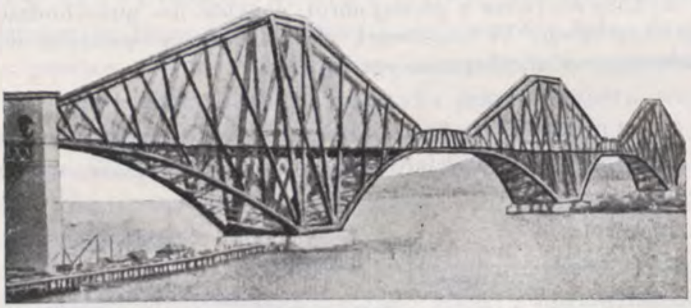
Kręgosłup jako całość. Jeżeli prawdą jest, że budowa jakiegokolwiek narządu jest wykladnikiem układu sił jakie w nim panują, to pogląd ten, jeżeli chodzi o ukształtowanie kręgosłupa, znajduje całkowite potwierdzenie. Zanim jednak rzucimy nań okiem anatoma-mechanika nasuwa się kilka uwag o charakterze raczej opisowym.



Rys. 80 wyobraża belkę kręgosłupową ssaka czworonogiego wspartą na kończynach. Odcinki kręgosłupa oznaczono literami (C—odcinek szyjny, T — piersiowy, L — lędźwiowy, S — krzyżowy, Ca — ogonowy) a poszczególne krzywizny kręgosłupowe strzałkami. Ze składników kręgosłupa zostały uwzględnione jedynie trzony kręgowe oraz wyrostki kolczyste powiązane węz. nadkolcowem.

Widzieliśmy, w jaki to sposób powiązane stawami kręgi tworzą razem wydłużoną belkę wspartą na kończynach, lecz swemi końcami wolnemi wykraczającą poza ich granice (rys. 80).

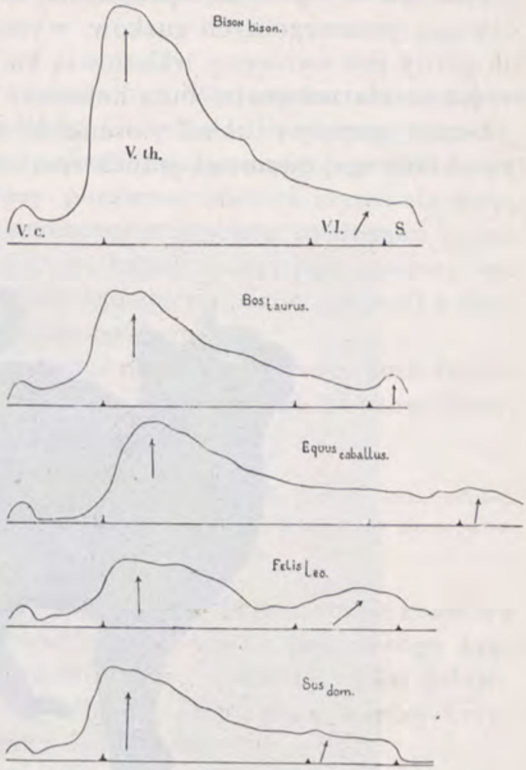
Tak więc, rozróżnić możemy w owej belce trzy części zasadnicze: — część międzykończynową, w skład której wchodzi odcinek piersiowy i lędźwiowy kręgosłupa (T i L), — część przednią odpowiadającą odcinkowi szyjnemu kręgosłupa (C) a na końcu którego zwisa ciężka głowa i wreszcie — część ogonową (Ca) złożoną z kręgów ogonowych (rys. 80). Na pograniczu między częścią międzykończynową i częścią ogonową widnieje — kość krzyżowa, ściśle spojona z obręczą miedniczną, która stanowi główny punkt oparcia belki kręgosłupowej. Granica między odcinkiem szyjnym i częścią międzykończynową jest mniej zaznaczona. Ze względu na to, iż w tym punkcie belka kręgosłupowa opiera się nie wprost na obręczy barkowej lecz za pośrednictwem układu mięśniowego, obdarzonego wielką sprężystością, nie doszło tutaj do podobnego scalenia kręgów, jakię obserwujemy w odcinku krzyżowym. Przejście odcinka piersiowego w odcinek szyjny jest przeto bardziej stopniowe i bardziej łagodne... Powodem tego stanu rzeczy jest jednak nietylko brak bezpośredniej łączności z kończynami przedniemi, ale i to, że rola napędowa tych ostatnich jest bez porównania mniejsza aniżeli kończyn tylnych.



Rys. 81. Most łukowy na zatoce Firth of Forth (dł. 2570 m.). Zwrócić uwagę na podobieństwo konstrukcji owego mostu do budowy kręgosłupa (rys. 80)!

Jeżeli jednak wpływ obręczy barkowej na ukształtowanie punktu granicznego jest stosunkowo niewielki, inaczej się sprawa przedstawia skoro zechcemy uwzględnić rolę ciężaru głowy, podwieszonej na końcu przednim belki kręgosłupowej. Ażeby się o tem przekonać rzućmy okiem na powierzchnię górną kręgosłupa, gdzie widnieje, złożony z pojedyńczych wyrostków kolczystych związanych więz. nadkolcowemi t. zw. — grzebień kolczysty (*crista spinosa* R. P.). Raczej niski w części środkowej tułowia, grzebień kolczysty wznosi się gwałtownie w pierwszych kręgach piersiowych, przyjmując postać jakgdyby garbu zwanego — kłębem karkowym (*torus nuchalis*) (rys. 65 i 71).

Jak należy wytłumaczyć jego obecność? Ażeby odpowiedzieć na to pytanie musimy powrócić na chwilę do roli znanego nam już — więzadła karkowego *(lig. nuchae)*. Jak było wspomniane, głównem jego przeznaczeniem jest mechaniczne podtrzymywanie głowy w położeniu poziomem... Nie może to być, oczywiście, bez wpływu na punkt przyczepu więzadła, a więc na wyrostki kolczyste pierwszych kręgów piersiowych! Poddane ustawicznemu ciągnieniu od strony głowy ulegają one ze strony przeciwnej podobnemu ciągnieniu przez umięśnienie grzbietowe. W punkcie spotkania się obu sił, grzebień kolczysty zareagował miejscowym przerostem tworząc — kłąb!



Rys. 82. Wykres wysokości grzebienia kolczystego *(crista spinosa)* u—bizona ameryk., u—krowy, u—konia, u—lwa i u—świni. Zwrócić uwagę na współzależność między wysokością grzebienia kolczystego a ciężarem głowy i stanem rozwoju ogona. V. c. — odcinek szyjny; V. th. — odcinek piersiowy; V. l. — odcinek lędźwiowy i S.—odcinek krzyżowy kręgosłupa.

Podobne wzniesienie grzebienia kolczystego, ale znacznie słabiej wyrażone, widnieje w okolicy lędźwiowokrzyżowej kręgosłupa (rys. 67). Nazwiemy je — kłębem krzyżowym *(torus sacralis* R. P.). Stanowi on odczyn na siłę ciągnącą ciężaru ogona (rys. 69).

Wykresy wysokości obu kłębów, kłębu karkowego i kłębu krzyżowego, są podane na rys. 82. Widzimy na nim że najlepiej rozwiniętym kłębem jest kłęb karkowy u bizona *(Bison bison)* a to w związku z dużym ciężarem głowy u tego Parzystokopytowca. Stosunkowo dobrze wyrażony kłąb krzyżowy spotykamy u ssaków o długim i bardzo ruchomym ogonie a więc np. u Kotowatych, których wybitnym przedstawicielem jest — lew *(Felis leo* L.).

Część międzykończynowa kręgosłupa, jako całość przypomina budowę mostów łukowych (rys. 80 i 81) ale bo też i warunki statyczne

w obu tych konstrukcjach są bardzo do siebie zbliżone z tą ważną różnicą jednak że współczynnik sprężystości (gibkość!) w budowli kręgosłupowej jest znacznie wyższy.

I tu i tam występują dwa łuki. W kręgosłupie — łuk dolny jest utworzony przez trzony kręgowe (grubo wyciągnięta linja na rys. 80): — łuk górny powstał z połączenia, za pośrednictwem więz. nadkolcowego, poszczególnych guzków wyrostków kolczystych. Jak widać, łuk górny jest zwrócony wklęsłością ku górze a więc wprost przeciwnie jak to ma miejsce w łuku dolnym.

Bardzo podobny układ stosunków znajdujemy w budowie mostu typu łukowego, ponieważ jednak tym razem więz. nadkolcowe w łuku



Rys. 83. Kot prężący kręgosłup do skoku (fot. Heddy Walther).

górnym jest zastąpione sztywnemi belkami stalowemi a przeto jest on mniej rozciągliwy i mniej plastyczny.

A teraz, obserwując ogólny kierunek kręgosłupa stwierdzimy z łatwością, że nie posiada on kształtu belki prostej, lecz, że przeciwnie cechuje go szereg charakterystycznych wygięć zwanych — krzywiznami kręgosłupowemi. Krzywizn takich rozróżniamy u ssaków czworonogich pięć. Są to (rys. 80):

1) krzywizna szyjna przednia;

2) krzywizna szyjna tylna;
3) krzywizna piersiowo-lędźwiowo-krzyżowa;
4) krzywizna ogonowa przednia;
5) krzywizna ogonowa tylna.

Z owych krzywizn jedynie krzywizna piersiowo-lędźwiowo-krzyżowa jest mniejwięcej stała albowiem wszystkie pozostałe ulegają zmianom wczasie ruchu.

1. K r z y w i z n a s z y j n a p r z e d n i a (rys. 80,1) ma kształt łuku wygiętego wypukłością ku górze i lekko ku tyłowi. Przyczyna tego rodzaju ukształtowania tkwi w warunkach mechanicznych w jakich się szyja znajduje. Istotnie, wystarczy porównać odcinek szyjny do sprężystej belki, jednym końcem osadzonej w kłębie a na drugim końcu której zwisa głowa, by zrozumieć, że kształt krzywizny szyjnej jest tylko wypadkową dwóch sił jednej zginającej (ciężar głowy!) a drugiej prostującej (sprężystość więzadła karkowego!).

Wielkość krzywizny szyjnej podlegać może, oczywiście, dość znacznym odchyleniom, a to pod wpływem bądź mięśni prostowników, bądź też mięśni zginaczy.

W związku z koniecznością utrzymania głowy w postaci pionowej, podczas lotu, odcinek szyjny u *Vespertilionidae* i u *Rhinolophidae* jest tak silnie wygięty ku górze, że głowa nieomal się styka z wyrostkiem kolczystym pierwszego kręgu piersiowego.

2. K r z y w i z n a s z y j n a t y l n a (rys. 80,2) obejmuje część końcową odcinka szyjnego oraz część początkową odcinka piersiowego kręgosłupa i ma postać krótkiego łuku wygiętego wypukłością ku dołowi. Stanowi ona krzywą przejściową albo wyrównawczą między krzywizną szyjną i krzywizną piersiowo-lędźwiową.

Z powyższego wynika, że szyja, jako całość, ma postać wyraźnie esowatą, czemu zawdzięcza swój znaczny stopień sprężystości. Pozatem tego rodzaju kształt umożliwia nietylko szybkie skracanie szyi ale i jej wydłużanie, co nie jest bez znaczenia przy przyjmowaniu pokarmu oraz podczas biegu, kiedy niewątpliwie korzystnem jest przesunięcie środka ciężkości ku przodowi. Oczywiście, że gdyby szyja miała kształt belki prostej, to nie mogłoby być mowy o wysuwaniu głowy ku przodowi przez wyciąganie szyi.

3. K r z y w i z n a p i e r s i o w o-l ę d ź w i o w o-k r z y ż o w a (rys. 80,3) albo — k r z y w i z n a g ł ó w n a kręgosłupa ma kształt płaskiego łuku, rozpiętego między obręczą barkową z jednej strony a obręczą miedniczną z drugiej strony. Jak z samej nazwy wynika, obejmuje ona odcinek piersiowy, lędźwiowy i krzyżowy. Łuk ten wypukłością

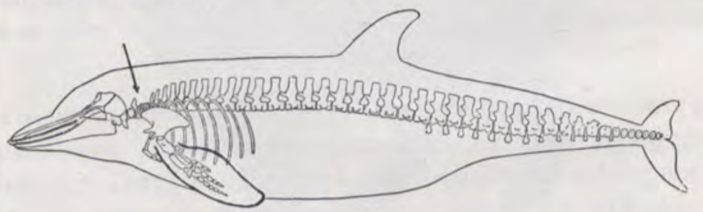
jest skierowany ku górze. Powyższe odnosi się, oczywiście, jedynie do kierunku ustawienia trzonów kręgowych, albowiem kształt profilu grzebienia kolczystego jest wręcz odmienny (rys. 80. A-B).

Za wyjątkiem składnika krzyżowego krzywizna ta nie jest stała w tem znaczeniu, że pod wpływem umięśnienia brzusznego może ulegać większemu lub mniejszemu wysklepieniu. Największe odchylenia od stanu równowagi stwierdzamy u Mięsożernych a zwłaszcza u Kotowatych, u których przygotowanie do skoku (rys. 83) wzgl. postawa napastnicza zawsze wyraża się wysklepieniem krzywizny piersiowo-lędźwiowo-krzyżowej.

W związku z obecnością długiego i zwisającego ogona, wyrostki kolczyste kości krzyżowej mogą tworzyć niewielką wyniosłość, którą nazywałem — k ł ę b e m k r z y ż o w y m *(torus sacralis* R. P.). Jest on zawsze dobrze wyrażony u przedstawicieli Kotowatych i u niektórych zpośród Narostkowców (np. u bizona). Wpływ masy ogona na postać kłębu krzyżowego uwydatnia się bardzo przejrzyście na załączonym wykresie graficznym (rys. 82).

U Waleniowatych (rys. 84) i u gadów (rys. 30) posiłkujących się przemieszczalnością ogonową kłąb krzyżowy nie występuje.

4. K r z y w i z n a o g o n o w a p r z e d n i a (rys. 80,4) w skład której



Rys. 84. Odtworzenie postaci przedstawiciela mioceńskich Waleniowatych — ✝ *Kentriodon'a* (wg. Kellogg'a). Zwraca uwagę w tym rysunku: znaczne przykrócenie odcinka szyjnego kręgosłupa z częściowem zespoleniem jego kręgów, kierunek oraz stan rozwoju wyrostków kolczystych, brak kości krzyżowej spowodowany zanikiem kończyn tylnych, skrócenie klatki piersiowej, spłaszczenie czaszki, pokrój wrzecionowaty ciała, obecność płetwy grzbietowej i p o z i o m e j (!) płetwy ogonowej, przykrócenie oraz przybranie postaci płetwowatej przez kończyny przednie.

wchodzi część przednia odcinka ogonowego kręgosłupa ma postać łuku wypukłością skierowanego ku górze i nieco ku tyłowi. Krzywizna ta jest względnie stała a w każdym bądź razie nie podlega nigdy większym odchyleniom.

5. K r z y w i z n a o g o n o w a t y l n a (rys. 80,5) występuje jedynie u ssaków długoogoniastych, jest utworzona przez część tylną odcinka ogonowego kręgosłupa, zwraca się w stanie spoczynku wypukłością ku do-

i trochę ku przodowi (rys. 80,5). Omawiana krzywizna jest krzywizną najbardziej zmienną a to w zależności od skurczu mięśni ogonowych.

Obecność krzywizny piersiowo-lędźwiowej wiąże się ściśle z postawą czworonożną ssaków. Ażeby móc zrozumieć istotę tej krzywizny, wygodnem jest porównanie odcinka międzykończynowego kręgosłupa do mostu opierającego się na filarach, za które uchodzić mogą kończyny (rys. 85). Jest to więc rodzaj mostu wysklepionego t. j. łukowato wygiętego ku górze, którego jednem z głównych zadań jest podtrzymywanie ciężaru trzew. Gdyby jednak jedynie te wchodziły w grę, to jasnem jest, iż zczasem odcinek międzykończynowy przyjąćby musiał kształt łuku wygiętego ku dołowi przyczem owe «zapadanie się mostu» wzrastałoby oczywiście w miarę zwiększania się obciążenia ze strony trzew. Ostatecznym wynikiem tego stanu rzeczy byłoby osunięcie się i zniekształcenie kręgosłupa, a wraz z niem skrócenie całego tułowia oraz ucisk na narządy wewnętrzne.

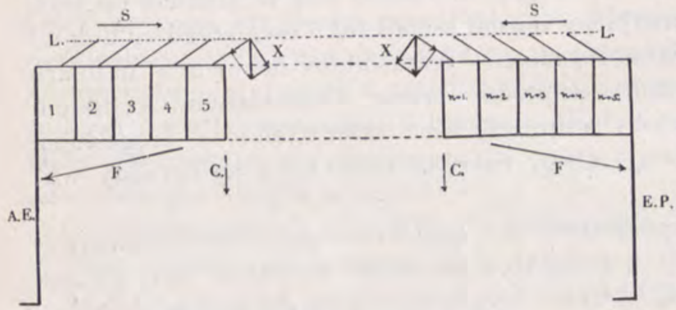
Jeżeli jednak do opuszczenia się krzywizny piersiowo-lędźwiowej nie dochodzi, to należy wnosić, iż w grę musi wchodzić inny jeszcze poza trzewami czynnik, któremu kręgosłup w głównej mierze zawdzięcza swe prawidłowe i stałe wysklepienie... Tym czynnikiem jest — napięcie mięśni brzusznych, które wywierając stały ucisk, za pośrednictwem trzew na most kręgosłupowy, utrzymuje go w stanie względnej równowagi. W ten sposób kształt wysklepienia krzywizny piersiowo-lędźwiowej może być uważany za ważny wskaźnik stanu umięśnienia ściany brzusznej.

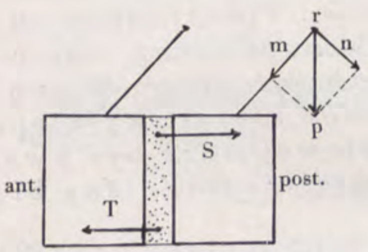
Bliższa analiza statyczna odcinka piersiowo-lędźwiowego wykazuje następujący układ sił (rys. 85). Ciężar trzew (c), zmierzający do osunięcia belki kręgosłupowej, rozkłada się na poziomie każdego z wyrostków kolczystych na dwie składowe: na składową — m przenoszącą się wzdłuż osi wyrostka i na składową — n, która zmierza do wywołania obrotu całego kręgu. W wyniku działalności składowej — n w chrząstce międzykręgowej występuje dwojaki układ sił: układ — s rozciągający ową chrząstkę i układ — t ściskający ją. Dzięki własnościom sprężystości cechujących chrząstkę siły — s powodują tylko jej odkształcenie, natomiast siły — t całej belki wywołują parcie poziome (rys. 85F) z jednej strony na kończyny przednie (a) a z drugiej na kończyny tylne (EP.), parcie dążące do rozsunięcia kończyn. Parcie to nie pozostaje bez wpływu na budowę obręczy barkowej i klatki piersiowej oraz na ukształtowanie obręczy miednicznej.

Sile rozsuwającej kończyny przeciwstawia się, jak już nadmieniłem, umięśnienie brzuszne.

Łatwo udowodnić, że gdyby belka piersiowo-lędźwiowa miała postać prostą, wzgl. łuku skierowanego wypukłością ku dołowi, to ustrój nie miałby żadnej siły którąby mógł przeciwstawić układowi sił, zmierzającemu do przybliżenia do siebie kończyn! A wtedy znaczny odsetek siły napędowej kończyn marnotrawiłby się na bezużytecznem zwijaniu ciała w kłębek...

Swoistej swej budowie zawdzięcza kręgosłup znaczną wytrzymałość (por. budowę mostów, sklepień gotyckich, wodociągów rzymskich i t. d.) i sprężystość i wreszcie staje się, acz w ograniczonym stopniu, pomocniczym narządem ruchu (np. Kotowate, Łasicowate wyginające grzbiet podczas przygotowywania się do skoku, rys. 83).





Rys. 85. Analiza statyki kręgosłupa.
A. Odcinek międzykończynowy kręgosłupa; szereg kręgów (1, 2, 3... n + 1, n + 2); AE — kończyna przednia; EP. — kończyna tylna; F — parcie na kończyny; L — więz. nadkolcowe; X rozkład ciśnienia na poziomie wyrostków kolczystych. B. Dwa sąsiadujące trzony kręgowe spojone chrząstką międzykręgową. Rozkład ciśnienia (rp) wywieranego na wyrostki kolczyste. S i T — siły wywołujące skręt chrząstki międzykręgowej.

U ssaków o przemieszczalności typu skokowego (większość Gryzoni) krzywizna piersiowo-lędźwiowa jest silnie wyrażona nawet w stanie spoczynku ssaka.

A teraz kilka słów o znaczeniu grzebienia kolczystego *(crista spinosa* R. P.). Rozumie się samo przez się, że omawiając istotę krzywizny piersiowo-lędźwiowej, mieliśmy na myśli zarówno trzony kręgów jak i ich wyrostki kolczyste, temniemniej stanowisko tych ostatnich pozostawało jakgdyby nieco w cieniu. Choć zupełnie niesłusznie, albowiem już Zschokke (1892) stwierdził, że sztuczne usunięcie grzebienia kolczystego powoduje blisko sześciokrotne zmniejszenie wytrzymałości belki kręgosłupowej! Do czegoż się więc jego rola spro-

wadza? To, że grzebień stanowi obszerną powierzchnię służącą za przyczep dla więzadeł i mięśni, nie wymaga wyjaśnień, ażeby jednak zrozumieć jego znaczenie statyczne należy raz jeszcze porównać kręgosłup do belki, powiedzmy do belki o przekroju prostokątnym. Otóż, stwierdzono doświadczalnie, że z dwóch belek o jednakowej powierzchni przekroju, belka wysoka jest zawsze wytrzymalsza na zgięcie, aniżeli belka niska, z czego wynika, że grzebień kolcowy może być uważany za pewnego rodzaju nadbudowę, zwiększającą wymiar pionowy belki kręgosłupowej, za nadbudowę wpływającą korzystnie na odporność całej belki. Powyższe tłumaczy nam poniekąd przyczynę, dla której zarówno odcinek szyjny jak i ogonowy, znajdujące się w zupełnie odmiennych warunkach mechanicznych, są pozbawione dobrze wykształconego grzebienia kolczystego.

Niezależnie od kształtu i samo — **u s t a w i e n i e k r ę g o s ł u p a** może być bardzo różnorodne i zależy w pierwszym rzędzie od stosunku długościowego obu par kończyn. A więc, w przypadkach gdy kończyny posiadają tę samą w przybliżeniu długość (np. Koniowate, Psowate i t. d.), kręgosłup posiada przebieg poziomy. T y p p o z i o m y występuje u ssaków najczęściej i może być uważany za postać pierwotną. W t y p i e z s t ę p u j ą c y m charakteryzującym istoty o silnie wydłużonych kończynach przednich (np. u *Hylobatidae*, u ✝ *Macrotherum* tom I, rys. 35) kręgosłup posiada położenie pochyłe, zwolna opuszczające się ku tyłowi. Wręcz odmienny przebieg kręgosłupa stwierdzamy u ssaków skaczących (np. *Macropus, Dipus*) o niewspółmiernie długich kończynach tylnych, a u których wykazuje on pochylenie w kierunku głowy (t y p z s t ę p u j ą c y) (rys. 74).



Rys. 86. Kręgosłup człowieka, widziany zboku. Strzałkami odgraniczono poszczególne odcinki. Zwrócić uwagę na kierunek i na wielkość krzywizn.

Uwagi te odnoszą się, oczywiście, jedynie do ssaków czworonogich, albowiem u — człowieka jako u istoty spionizowanej, obserwujemy nieco odmienny układ stosunków (rys. 86). Istotnie, jeżeli w odcinku szyjnym i piersiowym kształt krzywizn kręgosłupa

gosłupowych przypomina zachowanie się ich u innych ssaków, w odcinku lędźwiowym kręgosłup tworzy charakterystyczny łuk, wyniosłością skierowany ku przodowi, zwany — lordozą lędźwiową. Jak dalece lordoza lędźwiowa cechuje kręgosłup człowieka współczesnego, dowodem tego fakt, że u ras ludzkich wykopaliskowych, a więc u ras które cechowała jeszcze postawa lekko pochylona, lordoza lędźwiowa była znacznie słabiej wyrażona. Toż samo da się powiedzieć i o ukształtowaniu kręgosłupa u płodu ludzkiego, a nawet jeszcze u niemowlęcia, u którego odcinek piersiowo-lędźwiowy zdradza duże podobieństwo do stosunków panujących u innych ssaków i dopiero podczas pierwszych prób chodzenia, odcinek lędźwiowy pod wpływem prostującego się tułowia ulega wygięciu ku przodowi, przybierając postać lordozy. I tym razem więc, warunki mechaniczne są jedynym czynnikiem wpływającym na ukształtowanie kręgosłupa.

Znaczenie statyczne krzywizn kręgosłupowych u człowieka jest wielkie, udowodniono bowiem, że dzięki nim wytrzymałość kręgosłupa zwiększa się 17-krotnie! Nietylko wytrzymałość jednak ale i sprężystość a to naskutek przyjęcia przez kręgosłup budowy czterozwojowej sprężyny ustawionej pionowo, a na wierzchołku której jest osadzona czaszka.

W obrębie życia wielkość krzywizn ulega zmianom a mianowicie w kierunku silniejszego ich zaznaczenia (por. postawę człowieka młodego i starca!). Zwiększenie krzywizn kręgosłupowych u osobników starszych należy przypisać niewystarczalności długościowej umięśnienia brzusznego (zwłaszcza mięśnia prostego brzucha!), spowodowanej zmniejszeniem napięcia nerwowego ośrodków rdzeniowych.

Ruchomość kręgosłupa jest bardzo różna u poszczególnych przedstawicieli ssaków. Wystarczy porównać gibkość jego np. u jeża lub Kotowatych ze stanem rzeczy jaki panuje u Kopytnych!

Zasadniczo rozróżnić możemy w kręgosłupie trzy rodzaje ruchów: 1) zginanie — prostowanie, 2) przegięcia boczne oraz 3) ruchy skrętowe (rys. 87). Już powierzchowna obserwacja pozwala stwierdzić, że ruchy zginania, mam na myśli ruch który zwiększa prawidłowe wysklepienie odcinka piersiowo-lędźwiowego, posiada zawsze znacznie większy zasięg aniżeli ruch prostowania, któremu stają na przeszkodzie ciasno ułożone wyrostki kolczyste oraz niewystarczalność długościowa umięśnienia brzusznego. Ruchy przegięciowe czyli zgięcia na prawo lub na lewo są dobrze wyrażone u Owadożernych, u Mięsożernych i u Naczelnych, natomiast u Kopytnych (za wyjątkiem odcinka szyjnego) ruchy te są bardzo ograniczone. Co się tyczy ruchów skrętowych (dookoła długiej osi kręgosłupa rys. 87) to u większości ssaków osiągać one mogą li tylko nikłe wartości.

Jak wielkie jednak, w tem wszystkiem, posiada znaczenie odpowiednia zaprawa dowodem tego są artyści cyrkowi («ludzie-węże»), osiągający stopień ruchomości kręgosłupowej, któryby był by nie do pomyślenia u osobników zwykłych.



Rys. 87. Niezwykły skręt tułowia dookoła osi podłużnej ciała. Skręt został uskuteczniony głównie w odcinku lędźwiowym i w odcinku szyjnym kręgosłupa. Głowa w tym przypadku wykonała obrót, w stawie szczytowo-obrotowym, przekraczający 180°! Ruch o podobnym zasięgu byłby nie do pomyślenia bez uprzedniego wydłużenia więzadeł kręgosłupowych i mięśni brzusznych. (wg. R. Fick'a).

Rozwój techniki przenosinowej u kręgowców. Badania nad techniką przenosinową (»lokomocyjną«) u poszczególnych kręgowców wykazują, że występować ona może pod dwiema zasadniczemi postaciami: — tułowiową i — kończynową. Jak z samych nazw wynika, w przemieszczalności tułowiowej naczelną rolę odgrywa tułów wraz z ogonem, natomiast w przemieszczalności kończynowej rolą przenosinową obarczają się kończyny.

Śledząc rozwój techniki przenosinowy w czasie stwierdzamy, że niewątpliwie pierwotniejszą i wcześniejszą jest przemieszczalność typu tułowiowego. W samej rzeczy, jedynie do tej techniki musiały się uciekać sylurskie, bezpłetwe ✝ *Anaspida* a i u ryb późniejszych, zaopatrzonych już w płetwy parzyste, rola tych ostatnich sprowadza się zasadniczo do roli narządów sterowniczych. Ze względu na to, że u wszystkich kręgowców wodnych stwierdzamy stosunki zupełnie analogiczne a przeto przemieszczalność typu tułowiowego może uchodzić słusznie za wykładnik bytowania wodnego i ruchów, które nazwiemy — ruchami pławnemi.



Rys. 88. Przedstawia objaw niebywałego uplastycznienia kręgosłupa w kierunku wyprostnym (wg. R. Fick'a).

Oczywiście, że gdy jest mowa o przemieszczalności tułowiowej ma się na myśli jako narząd ruchu, nieomal wyłącznie kręgosłup, albowiem rola żeber nie może być w tym kierunku wielka. Z powyższego wynika, że przemieszczalność tułowiowa jest w gruncie rzeczy przemieszczalnością kręgosłupową, a która powstała w środowisku wykazującem duży opór (wyjątek stanowią lądowe — *Ophidia).* Iż tak jest istotnie dowodem tego są chociażby Waleniowate (rys. 79), które dzięki wtórnemu »wwodowaniu« uwsteczniły swe kończyny i posiłkują się przemieszczalnością kręgosłupowo-ogonową (p. t. I., str. 40). Nieinaczej było również z wykopaliskowemi ✝ *Ichthyosauria* i ✝ *Mososauria* zpośród gadów.

Ukazanie się w formacji węglowej pierwotnych kręgowców lądowych (✝ *Stegocephala)* było jednocześnie sygnałem powstania nowego typu przemieszczalności, przemieszczalności kończynowej. Zarówno jednak u najpierwotniejszych płazów jak i nieco później, już w formacji permskiej, u pierwotnych gadów (✝ *Cotylosauria)* przemieszczalność tułowiowa nie została jeszcze docna wyparta przez przemieszczalność kończynową, naskutek czego, tego rodzaju nowy typ, typ mieszany przemieszczalności, można nazwać — przemieszczalnością czołgową. Ale oto, zbliża się formacja trjasowa a wraz z nią pojawia się nowa gromada kręgowców — ssaki, o tułowiu uniesionym i spoczywającym na wyprostowanych kończynach. Rola przenosinowa tułowia zostaje sprowadzona do wartości nikłej. Techniką przenosinową obciążają się nieomal wyłącznie kończyny. W ten sposób, powstaje czysta postać przemieszczalności kończynowej ową zaś nową technikę przenosinową, możemy nazwać — przemieszczalnością chodną.

Chronologicznie sprawa przedstawia się następująco:

	rodzaj przemieszczalności	przedstawiciele kręgowców
pljocen mjocen oligocen eocen		
kreda jura trjas	lotna chodna	*Aves* *Mammalia*
perm węgiel dewon sylur kambrium	czołgowa „ pławna	✝ *Cotylosauria* ✝ *Stegocephala* ✝ *Anaspida*

Jak widać, przemieszczalność chodna jest zjawiskiem wtórnem, stosunkowo późnem i stanowiącem wyraz zupełnego przystosowania do warunków środowiska lądowego. Poza przemieszczalnością typu chodnego należy ponadto uwzględnić — przemieszczalność lotną, cechującą Rękoskrzydłe a ponadto ptactwo.

KLATKA PIERSIOWA.

(Thorax).

W skład — klatki piersiowej wchodzą: kręgi piersiowe, żebra i mostek.

Opis stosunków, panujących u osobników dorosłych, poprzedzimy zwięzłym wstępem z zakresu embrjologji.

Rozwój żeber i mostka. Jak już wiemy, żebra rozwijają się na podłożu — tkanki kościotwórczej sklerotomu, tworzącej — przegrody międzymięśniowe *(septa intermuscularia s. myo-*

commata) oraz — przegrodę poziomą *(septum horizontale)*, przedzielającą umięśnienie nadosiowe od umięśnienia podosiowego (rys. 24). Ponieważ jednak przegrody międzymięśniowe posiadają układ odcinkowy (metameryczny) a przeto nic dziwnego że i żebra cechuje taki właśnie układ, co łatwo stwierdzić na każdym kośćcu złożonym (rys. 1 i rys. 20). Nie należy zapominać że w przeciwstawieniu do żeber zachowywujących przez przeciąg całego życia układ ściśle odcinkowy, kręgi podlegają w czasie rozwoju osobniczego zmianom, które czynią z nich narządy o charakterze międzyodcinkowym!

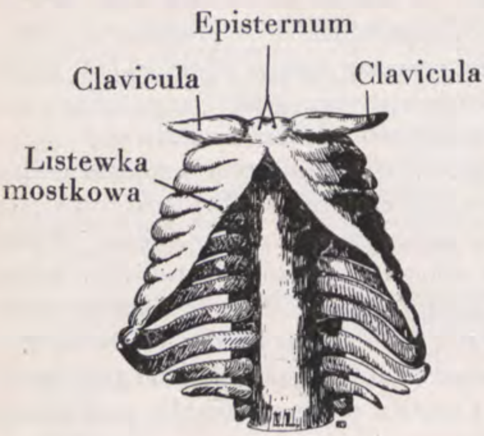
Ze względu na to że owe przegrody występują tam wszędzie, gdzie istnieją i mjotomy, zasadniczo więc rzecz biorąc i żebra znajdować się winny wzdłuż całego tułowia. I w samej rzeczy ma to miejsce, z tem zastrzeżeniem jednak, iż jeżeli w odcinku piersiowym tułowia, żebra osiągają pełnię swego rozwoju, w odcinkach pozostałych, mam na myśli odcinki: szyjny, lędźwiowy i krzyżowy, żebra już bardzo wcześnie ulegają uwstecznieniu i łączą się nierozerwalnie z wyrostkami poprzecznemi odnośnych kręgów. Była już zresztą o tem wzmianka przy opisie kręgosłupa.

W ten sposób u ssaków występują jedynie — żebra piersiowe *(costae thoracales)* i o nich tylko będzie mowa.

I otóż, śledząc dalsze zachowanie się żeber stwierdzamy, iż podczas gdy ich końce górne albo grzbietowe zachowują związek z kręgami, końce dolne opuszczają się w ścianie tułowia coraz niżej, dążąc na spotkanie żeber strony przeciwnej. Zanim to jednak nastąpi wolne końce żeber jednej strony jednoczą się w podłużną — listewkę mostkową (G. Ruge), stanowiąc pierwszy zawiązek — mostka *(sternum)* (rys. 89). Zaznaczyć należy, iż w utworzeniu listewki nie biorą udziału wszystkie żebra, a jedynie t. zw. — żebra mostkowe *(costae sternales)*. W ten sposób, powstają na powierzchni brzusznej odcinka piersiowego tułowia dwie listewki chrząstkowe: prawa i lewa, początkowo oddzielone od siebie szeroką przestrzenią, zwaną szczeliną śródmostkową. (rys. 89). W miarę rozwoju owa — szczelina śródmostkowa *(fissura intrasternalis)*, przedzielająca obydwie listewki staje się coraz węższa i wreszcie ginie zupełnie, naskutek czego, spajają się one w twór nieparzysty — mostek *(sternum)*. Jasnem więc jest, iż ten ostatni jest niczem innem jak wytworem zespolenia pewnej ilości żeber, a więc że jest pochodzenia żebrowego i że w zaraniu swego powstawania wykazuje wyraźne cechy narządu parzystego.

Podobnie jak i pozostałe składniki kośćca, i żebra początkowo przedstawiają budowę chrząstkową, niebawem jednak ukazują się w nich ośrodki kostnienia, które zwolna wypromieniowywują istotę kostną wgłąb

zrębu chrząstkowego. Niecałe jednak żebro podlega skostnieniu! Podlega jemu jedynie większy odcinek przykręgosłupowy tworząc t. zw.— żebro kostne natomiast odcinek przymostkowy, naskutek ruchów oddechowych powodujących ustawiczne skręcanie i rozkręcanie jego, pozostaje na większej lub mniejszej przestrzeni, przez cały okres życia, w stanie chrząstkowym. W ten sposób powstaje drugi składnik żebra, odcinek jego — chrząstkowy (rys. 90).



Rys. 89. Klatka piersiowa płodu ludzkiego pietnastomilimetrowej długości (Charlotte Müller. 1906).

Ażeby zrozumieć pochodzenie budowy oraz kształtu żeber należy sobie uzmysłowić że wszak rozwijają się one dookoła przestrzeni jamistej (jama piersiowa) podlegającej, w okresie życia ujawnionego, rytmicznym i ustawicznym zmianom objętości. Tym właśnie czynnikom żebra zawdzięczają swą pałąkowatą i blaszkowatą postać, ruchomość oraz budowę napółkostną i napółchrząstkową. Do czynników kształtotwórczych należy również zaliczyć: siłę sprężystości tkanki płucnej, ciśnienie atmosferyczne, ciężar trzew jamy piersiowej i jamy brzusznej, ciągnienie mięśni szyjnych i mięśni brzusznych i t. d.

Powstanie — spojenia żebrowego t. j. mostka wiąże się ściśle z rolą żeber, jako ważnych narządów biernych w mechanice oddechania i dlatego jedynie u — Owodniowców *(Amniota)* mostek jest dobrze wyrażony.

Stan chrząstkowy mostka nie trwa długo. Istotnie, wkrótce ukazują się w nim ośrodki kostnienia, powodujące utworzenie płytek kostnych, odcinkowo ułożonych a zwanych — odcinkami mostkowemi *(sternebrae)*. Zasługuje na uwagę, iż każdy z owych odcinków jest położony między odpowiadającą parą sąsiadujących żeber, zajmuje więc położenie przypominające układ kręgów w kręgosłupie.

Ukazanie się kostnych odcinków mostkowych w łonie chrząstkowego mostka, jest pierwszym zwiastunem zróżnicowania się jego pod wpływem kończyn przednich na trzy zasadnicze części: — przednią, — środkową i — tylną.

Część przednia zwana — rękojeścią mostka *(praesternum)* jest, w przeciwieństwie do pozostałych odcinków, tylko częściowo

pochodzenia żebrowego, głównie bowiem rozwija się z zawiązka jednej z kości, pozostających w ścisłym związku z obręczą barkową.

Część środkowa mostka albo — trzon *(mesosternum)* powstaje z żeber mostkowych i składa się ze wspomnianych powyżej — odcinków mostkowych *(sternebrae)*, liczba których, rzecz prosta, zależy od ilości żeber mostkowych i odpowiada wzorowi: n — 1, w którym n — oznacza ilość żeber po jednej stronie.

Często, choć niezawsze, — chrząstkozrosty mostkowe *(synchondroses sternales)*, wiążące poszczególne odcinki mostkowe, ulegają skostnieniu, naskutek czego powstaje pozornie jednolity, atoli w istocie swej złożony, — trzon mostkowy *(corpus sterni)*.

Ostatnią część mostka stanowi t. zw. — wyrostek mieczykowaty *(xiphisternum)*, będący tworem mniej lub bardziej szczątkowym (stąd wielka zmienność zarówno w jego kształcie jak i w budowie!), zachowuje przez dłuższy czas budowę chrząstkową, a rozwija się z pewnej ilości żeber kręgowych, t. j. tych, które nie wchodzą w bezpośredni związek z mostkiem (p. dalej).

W ten sposób, w skład ostatecznego mostka wchodzą: — rękojeść, — trzon, oraz — wyrostek mieczykowaty, znaczenie morfologiczne których przedstawione będzie poniżej.

Na zakończenie słów parę na temat stanowiska ssaków na tle całego świata kręgowców w związku z układem żebrowym.

Otóż, jak wiadomo, u ryb mogą występować dwa odrębne typy żeber a mianowicie t. zw. — żebra brzuszne, sąsiadujące bezpośrednio ze ścianami jamy ciała (u *Teleostei* i u *Dipnoi)*, oraz, rozwijające się w przegrodach międzymięśniowych, — żebra grzbietowe (np. u *Selachii)*. W rzadkich przypadkach *(Crossopterygii)* mogą współistnieć obydwa typy żeber. Znaczenie czynnościowe, zarówno jednych jak i drugich, ma u ryb charakter czysto ruchowy: służą one bowiem tylko za przyczepy dla silnie rozwiniętego umięśnienia tułowia.

U istot czworonogich żebra «brzuszne» ulegają daleko idącemu uwstecznieniu, występując jedynie w odcinku ogonowym kręgosłupa, gdzie przyjmują postać — łuków naczyniowych, natomiast żebra grzbietowe, w miarę coraz większego przystosowywania się do życia lądowego, stają na usługi narządów oddechania. Istotnie, jeżeli jeszcze u płazów ruchy wdechowe polegają właściwie na połykaniu powietrza, u gadokształtnych, a zwłaszcza u ssaków, u których stopa życiowa wymaga bardzo wytężonego spalania, powstaje nowy typ oddechania, który nazwiemy — typem ssącym. Wyraża się on w tem, iż dzięki ruchom wdechowym żeber, powodującym przesuwanie się ich ku przodowi, ciśnienie w klatce piersiowej ulega zniżce, zniżce wywołującej wsysanie powietrza atmosferycznego do wnętrza płuc. W taki to sposób żebra biorą czynny udział w życiu trzewnem, a pozatem tworzą jedyne oparcie dla kończyn przednich, nie nawiązujących, jak wiadomo, bliższej łączności z kręgosłupem.

A teraz, biorąc pod uwagę charakterystyczny stosunek żeber do odpowiednich odcinków kręgosłupa i mostka, stwierdzimy, że klatkę piersiową tworzy szereg — pierścieni piersiowych *(annuli tho-*

racales. R. P.) przyczem w skład każdego pierścienia wchodzi, po każdej stronie, zespół następujący: k r ą g — ż e b r o — o d c i n e k m o s t k o w y.

1. Układ żebrowy.

Ż e b r a *(costae)* mają kształt łukowato wygiętych, i nieco ukośnie ku tyłowi opuszczających się od kręgosłupa do mostka, listewek występujących w liczbie odpowiadającej ilości kręgów piersiowych.

Tak więc, przeciętna ilość żeber wynosi:

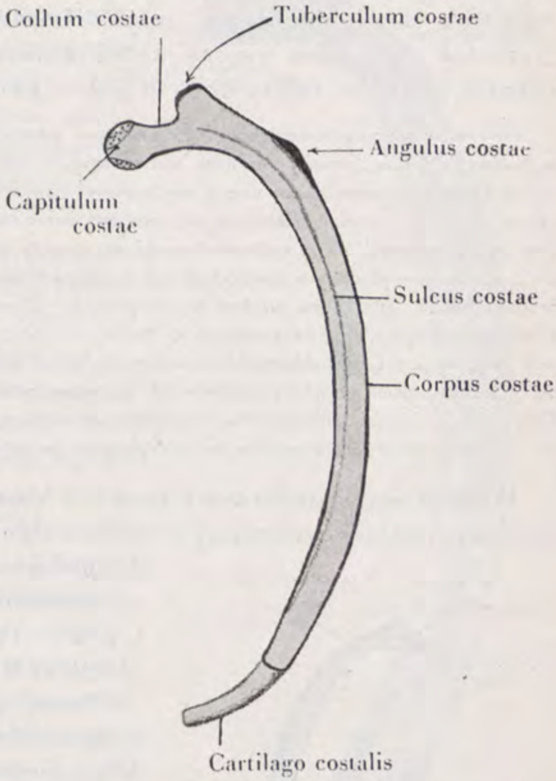
u *Hominidae*	12
Leporidae	12 — 13
Carnivora	13
Bovinae	13
Suinae	14 — 17
Equidae	17 — 19

Śledząc rolę żeber w poszczególnych gromadach kręgowców nietrudno przyjść do wniosku, że rola ich uległa zwiększeniu w typie oddechania płucnego a więc w warunkach środowiska lądowego. W samej rzeczy, u kręgowców wodnych, mam w pierwszym rzędzie na myśli ryby, rola żeber sprowadza się głównie do zadań usztywnienia ścian tułowia a ponadto, atoli w stopniu nikłym, do roli pomocniczej w typie przemieszczalności tułowiowej. Już u płazów i u gadów przekształcenie się typu oddechania skrzelowego w typ oddechania płucny obarczyło żebra nową, obcą im dotychczas, funkcją brania udziału w mechanice oddechowej, która to czynność wykazuje dalszy wzrost u ssaków i u ptactwa, jako u istot wykazujących duże nasilenie przemiany materji. W ten sposób, żebra mogą być uważane u ssaków za część kośćca przydzielonego specjalnie do funkcji trzewnych, a stan ich rozwoju może uchodzić za wykładnik oddechania typu płucnego. Oczywiście, że w grę wchodzi jeszcze szereg innych czynników, o których będzie wzmianka poniżej.

Jak wspomniałem powyżej, geneza łukowatego kształtu żeber tkwi w tem, że rozwijają się one dookoła obszernej jamy piersiowej nakształt obręczy otaczających deski beczki. Dzięki temu kształtowi świeże żebra wykazują duży stopień sprężystości wprost niezbędnej do przeciwstawiania się ciśnieniu atmosferycznemu dążącemu do zgniecenia klatki piersiowej. Otóż, jak wiadomo, sprężystość jakiegokolwiek ciała zależy nietylko od własności materjału z którego jest ono wykonane ale również i od jego kształtu. Wszak już człowiek pierwotny zdawał sobie

dobrze sprawę, że ażeby ujawnić własności sprężystości kawałka drzewa należy go zgiąć nadając mu kształt pałąkowaty. W ten sposób powstał główny składnik łuku, w którym cięciwa jest tylko składnikiemześrodkowywującym energję na podstawę strzały.

W każdem z żeber rozróżniamy dwa zasadnicze odcinki: górny, dłuższy i zbudowany z tkanki kostnej, — żebro kostne *(costa ossea)* oraz mniejszy odcinek dolny — żebro chrząstkowe *(costa cartilaginea s. cartilago costalis)* (rys. 90).



Rys. 90. Schemat budowy żebra.

W żebrze kostnem t. j. w tem które się zwykle ma na myśli przy omawianiu klatki piersiowej, należy rozróżnić dwa końce, dwie powierzchnie oraz dwie krawędzie.

Koniec przykręgowy *(extremitas vertebralis)* służy do połączenia z kręgosłupem i w tym celu jest wyposażony w nabrzmienie zwane — główką żebrową *(capitulum costae)*, wchodzącą w łączność z — dołkami żebrowemi *(foveae costales)* dwóch sąsiadujących trzonów kręgowych (rys. 90).

Powierzchnię stawową główki dzieli niski, pionowo ustawiony — grzebień główkowy *(crista capituli)* na dwa pola wtórne, przednie i tylne, z których każde jest przeznaczone dla dołka żebrowego odpowiedniego kręgu, natomiast grzebień główki służy do połączenia z chrząstką międzykręgową. Wbok od główki żebro wykazuje lekkie przewężenie, wyjątkowo dobrze wyrażone u — *Artiodactyla* i u — *Hominidae*, t. zw. — szyjkę *(collum costae)* (rys. 90), za którą widnieje ku górze skierowany, stożkowaty — guzek żebrowy *(tuberculum costae)*, służący do połączenia z powierzchnią stawową wyrostka poprzecznego. Na wierzchołku guzka widnieje drobna i nieomal

płaska — powierzchnia stawowa guzkowa (*facies art. tuberculi costae*).

Jest rzeczą zastanawiającą że u Stekowców guzek żebrowy jeszcze nie występuje.

Z powyższego wynika, iż zasadniczo żebro pozostaje w związku z kręgosłupem za pośrednictwem dwóch punktów stycznych: — główki i — guzka z tem jednak, że w miarę, jak się posuwamy w kierunku żeber tylnych, długość szyjki maleje i wreszcie w żebrach końcowych, naskutek skrócenia szyjki, guzek zlewa się z główką w jedną całość. Naskutek tego stanu rzeczy żebra końcowe łączą się z kręgosłupem jednym punktem tylko, którym jest — główka żebrowa.

Dwustawowe połączenie żebra z kręgosłupem powoduje pewne ograniczenie jego ruchów natomiast, z drugiej strony, zapewnia mu mocniejsze oparcie, niezbędne przy podtrzymywaniu trzew klatki piersiowej. Tem należy wytłumaczyć, że u wszystkich kręgowców posiadających tułów uniesiony, a więc oderwany od podłoża, żebra są wyposażone zarówno w główkę jak i w guzek żebrowy. Tego rodzaju stosunki znajdujemy nietylko u wszystkich ssaków lądowych, ale ponadto u — ptactwa a spośród gadów u półspionizowanych — ✝ *Dinosauira*. I odwrotnie w przypadkach, gdy tułów wspiera się na podłożu (*Crocodilia, Ophidia*) wzgl. u kręgowców wodnych (*Cetacea*, ✝ *Ichthyosauria*, ✝ *Sauropterygia*), a więc gdy ciężar trzew nie może już odgrywać większej roli, dwustawowe połączenie żebra przeistacza się w połączenie jednostawowe przez zespolenie główki z guzkiem lub też przez mniej lub silniej wyrażony zanik główki. Oczywiście, że żebra jednostawowe są obdarzone większą ruchomością co nie jest bez znaczenia w bytowaniu wodnem (rzadkie ale zato głębokie wdechy!) lub w przemieszczalności czołgowej.

W bliskiem sąsiedztwie z guzkiem następuje gwałtowne załamanie kierunku listewki żebrowej w miejscu zwanem — kątem żebrowym (*angulus costae*) w którym koniec kręgowy przechodzi w część pośrodkową żebra t. j. w — trzon żebrowy (*corpus costae*) (rys. 91), opuszczający się ku dołowi.



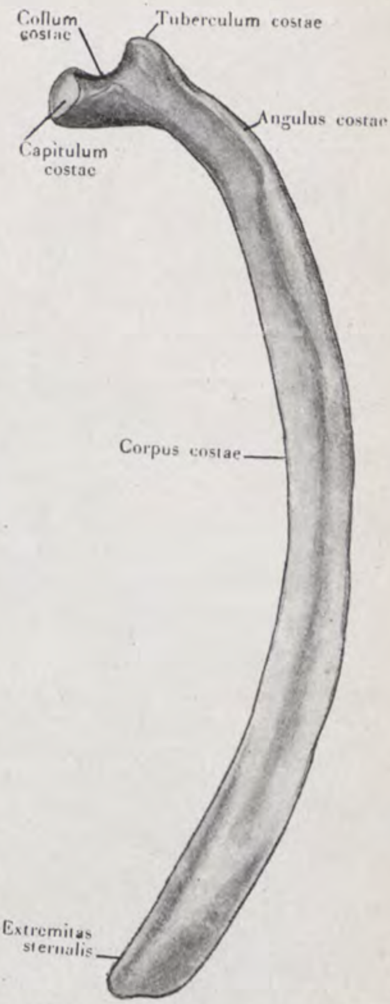
Rys. 91. VI żebro lewe psa, pozbawione chrząstki żebrowej.

Trzon wykazuje u różnych ssaków budowę nieco odmienną. A więc, np. u — Mięsożernych ma on w swej części środkowej kształt wałeczkowaty, u — Naczelnych, a zwłaszcza u — Przeżuwaczy jest mocno spłaszczony, blaszkowaty, a u — Gryzoni jest on pryzmatyczny i t. d. (rys. 94).

Należy zaznaczyć, że przekrój trzonu nie jest stały, lecz zmienia się na różnych jego poziomach. Najczęściej żebro w górnych swych odcinkach ma postać bardziej zaokrągloną i spłaszcza się dopiero wdole.

Z dwóch powierzchni trzonu: jedna zwrócona nazewnątrz, ku skórze nosi nazwę — powierzchni zewnętrznej *(facies externa)*, druga zaś skierowana dośrodkowo — powierzchni wewnętrznej *(facies interna)*. Ta ostatnia wykazuje w pobliżu krawędzi tylnej, płytki — rowek żebrowy *(sulcus costalis)* przeznaczony do pomieszczenia pęczka naczyniowo-nerwowego międzyżebrowego. Z owych dwóch powierzchni zazwyczaj powierzchnia wewnętrzna jest bardziej płaska, aniżeli powierzchnia zewnętrzna będąca, mniej lub bardziej, wypukłą. Powierzchnia wewnętrzna spotyka się z powierzchnią zewnętrzną naprzedzie wzdłuż — krawędzi przedniej *(margo ant.)*, a wtyle wzdłuż — krawędzi tylnej *(margo post.)*. U — Mięsożernych obydwie krawędzie są tępe, zaokrąglone, natomiast u — Koniowatych a zwłaszcza u — Przeżuwaczy są one ostre.

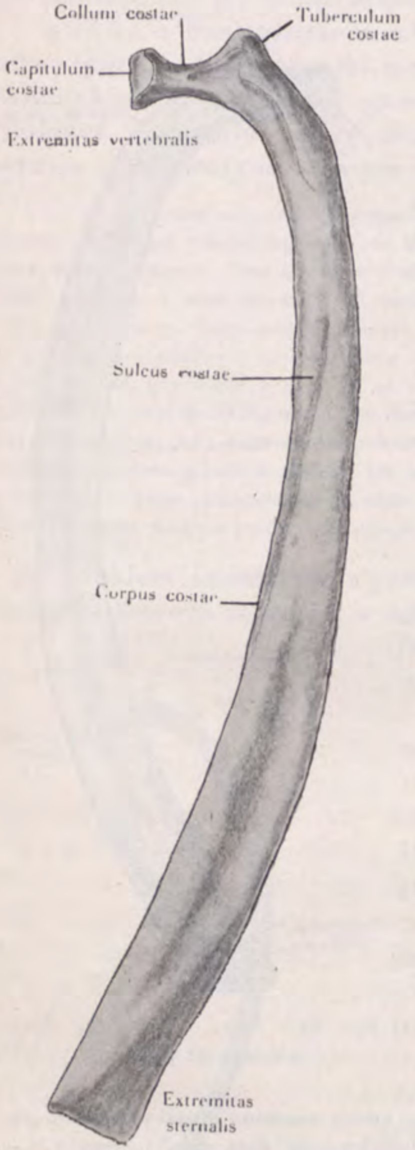
Trzon przechodzi wdole bez wyraźnej granicy w — koniec mostkowy żebra *(extremitas sternalis)*, łączący się chropowatą powierzchnią z — żebrem chrząstkowem *(costa cartilaginea)*. Zasługuje na podkreślenie, iż u — Przeżuwaczy i u — Świniowatych część żeber wykazuje w miejscu połączenia z chrząstkami stawy typu jamowego co wskazuje na to, że w punktach tych wykonywane są ruchy skrętowe bardzo rozległe.



Rys. 92. Żebro VI konia lewe, widziane od przodu.

W żebrze kostnem dają się rozróżnić trzy zasadnicze krzywizny: 1) — krzywizna powierzchniowa wyrażająca się w łukowatem wygięciu powierzchni żebrowych; 2) — krzywizna krawędziowa polegająca na tem, że koniec przykręgowy żebra jest bardziej wysunięty ku przodowi aniżeli jego koniec mostkowy (dzięki temu żebro położone na stole nie dotyka wszystkiemi punktami swych krawędzi blatu stołu!) i wreszcie 3) — krzywizna skrętowa będąca wykładnikiem skrętu żebra dookoła jego osi długiej. Wszystkie te krzywizny mają pierwszorzędne znaczenie w biomechanice oddechowej klatki piersiowej.

Żebra chrząstkowe inaczej zwane — chrząstkami żebrowemi *(costae cartilagineae s. cartilagines costales)* łączą końce mostkowe żeber kostnych z mostkiem i pełnią doniosłą rolę wstawek sprężystych umożliwiających swoiste ruchy skrętowe żeber. Ruchomość chrząstek żebrowych wzmagają stawy jamowe, za pośrednictwem których łączą się one z mostkiem.



Rys. 93. Żebro VI lewe krowy, widziane od przodu.

Poza połączeniem stawowem z mostkiem, chrząstki żebrowe mogą ponadto łączyć się zupełnie podobnie z końcem mostkowym żebra kostnego a wtedy obydwa końce chrząstki są umieszczone w ruchomych łożyskach stawowych. Do objawów rzadszych należy obecność jamowych — stawów międzychrząstkowych *(artt. interchondrales)*, zapewniających ruchome połączenie między sąsiadującemi chrząstkami.

Do połączeń stosunkowo mało ruchomych, należą dalej — mostki chrząstkowe przerzucające się wpoprzek przestrzeni międzyżebrowych, od jednego żebra do żebra sąsiadującego. Mostki chrząstkowe dość często występują u człowieka w pobliżu łuku żebrowego.

W obrębie chrząstek żebrowych mogą się rozwinąć wtórnie, zwłaszcza u osobników starszych, ośrodki kostne, które nazwiemy — wstawkami żebrowemi *(intercostae* R. P.). Znaczenie wstawek żebrowych nie jest dotychczas wyjaśnione.

Dość swoiście przedstawia się układ żebrowy u Rękoskrzydłych. Otóż, w związku z silnem wykształceniem u nich umięśnienia poruszającego kończyny przednie, klatka piersiowa ulega usztywnieniu przez wczesne skostnienie chrząstek żebrowych, przez zrosty sąsiadujących żeber oraz przez unieruchomienie stawów żebrowo-kręgosłupowych. Jako przejaw zbieżności należy uważać podobne usztywnienie klatki piersio-

wej u ptactwa za pośrednictwem t. zw. — wyrostków haczykowatych *(procc. uncinati)*.

Stosunek żeber do mostka może się wyrażać dwojako. Żebrami mostkowemi *(costae sternales)* nazywamy żebra takie, które za pośrednictwem swych chrząstek dochodzą do mostka i z nim się łączą, natomiast do — żeber łukowych *(costae arcuatae* R. P. *s. costae conjunctae)* zaliczamy skrócone żebra tylne, których chrząstki po wzajemnem zespoleniu tworzą razem chrząstkowy — łuk żebrowy *(arcus costarum)*, przymocowywujący się do mostka w miejscu połączenia jego trzonu z wyrostkiem mieczykowatym. Dobrze wyczuwalny przez skórę, łuk żebrowy ciągnie się ukośnie wdół, dośrodkowo i mniej lub bardziej ku tyłowi (rys. 1 i 20).

Poza żebrami mostkowemi i żebrami łukowemi mogą występować ponadto t. zw. — żebra wolne *(costae fluctuantes)*. Jest to jedna albo dwie pary żeber końcowych, które utraciły związek z łukiem żebrowym i kończą się swobodnie w obrębie ścian jamy brzusznej. Wiele przemawia za tem, że żebra wolne są w stanie uwstecznienia.

U *Hominidae* występuje siedem par żeber mostkowych i pięć par żeber łukowych, natomiast u ssaków udomowionych stosunek ten przedstawia się następująco:

	żebra mostkowe (par)	żebra łukowe (par)	żebra wolne (par)
Carnivora	9	4	
Equidae	8	10	(1)
Bovinae	8	5	
Suinae	7	7	
Hominidae	7	3	2

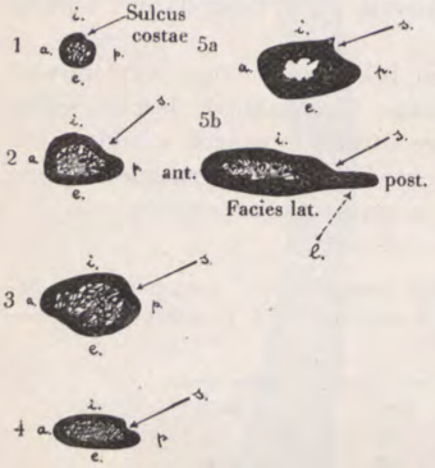
Zarówno długość, jak i kierunek żeber nie są jednakowe. Istotnie, zazwyczaj długość żeber wzrasta stopniowo od I do VI' *(Carnivora, Suidae)*, od I do VII *(Ruminantia* albo nawet do X *(Equidae)*, poczem na przeciągu dwóch albo trzech żeber pozostaje niezmienną i wreszcie dość gwałtownie maleje aż po żebro ostatnie. Co się tyczy kierunku, to pierwsza para żeber jest ustawiona nieomal prostopadle w stosunku do płaszczyzny mostka, dalsze jednak odchylają się coraz bardziej ku tyłowi tak, iż wreszcie koniec mostkowy żebra jest dość znacznie cofnięty w stosunku do jego końca kręgosłupowego (rys. 1, 20 i 71).

Ukośne ustawienie żeber umożliwia powiększenie pojemności klatki piersiowej wczasie wdechu (przez sprowadzenie żeber do położenia bardziej prostopadłego!) i jest wypadkową sił umięśnienia brzusznego

z jednej strony, i sił sprężystości tkanki płucnej oraz umięśnienia wdechowego z drugiej.

U człowieka (a prawdopodobnie i u innych ssaków!) ustawienie żeber zmienia się z wiekiem, a mianowicie w tem znaczeniu, że u osobników starszych, naskutek spadku napięcia mięśniowego, żebra się opuszczają i przyjmują bardziej ukośne położenie aniżeli u osobników młodych.

W związku z bardzo odmiennemi warunkami bytowania ssaków wodnych (rzadkie ale zato niezwykle głębokie wdechy, duże ciśnienie środowiskowe i t. d.), mam na myśli w pierwszym rzędzie — Syrenowate i — Waleniowate, żebra uwsteczniają swe główki i rozluźniają związki z kręgosłupem, przybierając postać bardziej wygiętą i wreszcie mniejsza ich ilość osiąga mostek. Tak więc — *Manatus latirostris* posiada tylko trzy pary żeber mostkowych a — *Balaena mysticetus* zaledwie jedną parę. W ten sposób, klatka piersiowa jest na dłuższej przestrzeni po stronie brzusznej niezamknięta, który to objaw nazwiemy — rozszczepem klatki piersiowej *(diastasis thoracis)*.



Rys. 94. Przekroje poprzeczne żeber w ich częściach pośrodkowych. 1-żebro psa, 2-żebro świni, 3-żebro konia, 4-żebro człowieka, 5a-przekrój poprzeczny części górnej i 5b-części dolnej żebra krowy. e-powierzchnia zewn.; i-powierzchnia wewn.; a-krawędź przednia; p-krawędź tylna; s-rowek żebrowy; l-blaszka żebrowa tylna Przeżuwaczy.

N. b. rozszczep klatki piersiowej w rzadkich przypadkach może występować i u innych ssaków, zjawisko to jednak posiada wówczas cechy potwornościowe, nie dające się pogodzić z utrzymaniem życia.

Ponadto we wszystkich powyżej wymienionych rzędach *(Sirenia, Cetacea)*, cała klatka piersiowa osiąga bardzo charakterystyczną postać beczkowatą, spotykaną pozatem jedynie u Rękoskrzydłych i u człowieka.

Morfogeneza żeber, podobnie zresztą jak i kręgów, nie jest dotychczas należycie opracowana. Dość, że biorąc do ręki żebro jakiegokolwiek nieznanego ssaka, często jest nieprawdopodobieństwem postawienie trafnego rozpoznania do jakiego typu morfoethologicznego ów ssak może należeć.

Przystępując do analizy biomechanicznej żeber należy, przedewszystkiem, rozróżnić — żebra przednie albo lepiej — żebra kończy-

nowe, będące w pewnym związku z obręczą barkową oraz — żebra tylne, nie wykazujące podobnego obciążenia.

Żebra kończynowe, obejmujące pierwsze pięć par żeber, nie posiadają większego znaczenia w mechanice oddechowej a natomiast stanowią rodzaj sprężystych filarów za pośrednictwem których przenosi się ciśnienie wywierane przez przedni koniec belki kręgosłupowej piersiowo-lędźwiowej na mostek. Tutaj, część ciśnienia pionowego ulega zniweczeniu dzięki sprężystości chrząstek żebrowych, większa zaś część przenosi się na obręcz barkową a więc przedewszystkiem na łopatkę (rys. 65). Naskutek powyższego układu stosunków, żebra kończynowe są znacznie słabiej wygięte aniżeli żebra wolne, opuszczają się bardziej pionowo i wreszcie łączą się z powierzchniami stawowemi kręgów od dołu.

Właściwemi narządami biernemi mechanizmu oddechowego są niewątpliwie żebra tylne, wykazujące duże wygięcie, bardziej ukośny kierunek ku tyłowi a ponadto łączą się z kręgami nie od dołu lecz z boku.

Kształt żebra, jako całości, jest wypadkową całego szeregu sił z których na pierwszych miejscach należy wymienić: sprężystość tkanki płucnej, ciśnienie atmosferyczne, ruchomość i postawę tułowia (pozioma, pionowa), ciśnienie trzew i ciągnienie spowodowane skurczami umięśnienia barkowego.

Naogół da się powiedzieć, że u ssaków czworonożnych żebra są mniej wygięte, aniżeli u spionizowanego człowieka, oraz u ssaków mało obciążających wagą ciała kończyny przednie (Waleniowate, Rękoskrzydłe, Syrenowate, Naczelne). U ssaków obdarzonych znaczną ruchomością tułowia (Kotowate) przekrój żeber przybiera postać wałeczkowatą, natomiast u ssaków o klatce piersiowej usztywnionej (np. Kopytne) żebra należą do typu blaszkowatego (rys. 94_5b).

Biorąc powyższe pod uwagę, w badaniu żeber należy zwrócić uwagę na następujące cechy: 1) długość całego żebra; 2) szerokość w różnych jego odcinkach; 3) grubość; 4) stosunek istoty zbitej do istoty gąbczastej; 5) postać łuku żebrowego; 6) kierunek; 7) nachylenie; 8) skręt; 9) budowa główki i guzka; 10) stosunek długościowy części kostnej do części chrząstkowej; 11) kształt przekroju na różnych poziomach; 12) szerokość przestrzeni międzyżebrowej; 13) stosunek ilościowy żeber mostkowych do żeber łukowatych; 14) obecność lub brak żeber wolnych; 15) rodzaj połączenia między częścią kostną i częścią chrząstkową (chrząstkozrost?, staw jamowy?); 16) typ połączenia między chrząstką żebrową i mostkiem.

Oczywiście, że nie można również pominąć tak ważnych czynników jak: pojemność klatki piersiowej, mechanika oddechowa, postawa ciała, technika przenosinowa, obciążenie tułowia, charakter kończyn przednich, środowisko (wodne, naziemne, powietrzne), reżym pokarmowy i t. d. i t. d.

W obecnej chwili jesteśmy jeszcze bardzo daleko od możności nawiązania ściślejszego związku między budową żeber i ich czynnościowem znaczeniem.

Żebra szyjne, lędźwiowe, krzyżowe i ogonowe *(costae cervicales, lumbales, sacrales et coccygeae)* ulegają u ssaków zupełnemu uwstecznieniu wchodząc w skład kręgów odpowiednich odcinków kręgosłupowych.

Nie ulega wątpliwości, iż rodowo najwcześniej uwsteczniły się żebra ogonowe, że zanik żeber krzyżowych był spowodowany oparciem się kończyn tylnych o kręgosłup i że wreszcie żebra szyjne pozbyły się swych ruchomych żeber naskutek przesunięcia się obręczy barkowej ku tyłowi i wyosobnienia się z więzów tułowiowych bardzo ruchomej szyi. Co się tyczy żeber lędźwiowych, to prawdopodobnie zawdzięczają one swą zagładę wejściu umięśnienia brzusznego w służbę mechaniki oddechowej.

2. Mostek *(sternum)* ma postać wydłużonej listewki lub rzadziej płytki położonej na stronie brzusznej klatki piersiowej. Po obu stronach łączą się z mostkiem, za pośrednictwem żeber chrząstkowych, — żebra mostkowe.

Słynny reformator anatomji Andrzej Vesal pisze, w swem epokowem dziele: «*De humani corporis fabrica*» (1543), o mostku w sposób następujący:

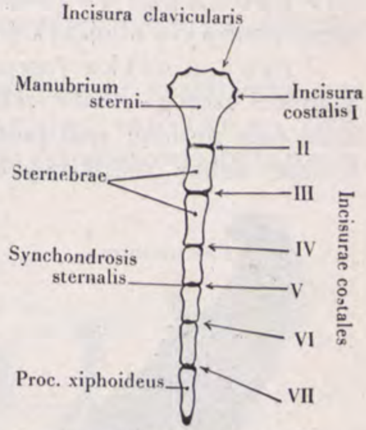
«*Możesz się z łatwością przy jedzeniu przekonać że owca, cielę lub świnia mają mostek zbudowany z siedmiu zupełnie jednakowych kości; są one zawsze trochę szersze niż grubsze, mają nieco pogrubiałe brzegi, wklęsłe po bokach w miejscach gdzie się łączą ze zgrubiałemi nieco końcami chrząstek żebrowych. O sześciu tylnych żebrach można łatwo powiedzieć, że łączą je z mostkiem prawdziwe stawy. Najprzedniejsza z siedmiu kości jest u małpy i wiewiórki trochę szersza od innych, gdyż łączy się z obojczykiem. Jeżeli porównasz mój opis z tem co mówi Galenus, to musisz się zgodzić, że Galenus miał przed sobą mostek małpy. U człowieka wygląda on zupełnie inaczej. Jest szeroki, krótki i twierdzę stanowczo, że nie składa się nigdy z siedmiu kości. Na cmentarzu znajdowałem zawsze mostek złożony z jednej kości, conajwyżej ze szwem u trzeciego i czwartego żebra. Po gotowaniu mostek ludzki rozpada się na trzy kości, zupełnie różnego kształtu*»... i t. d.

Mostek jest wytworem żebrowym, powstającym w warunkach środowiska lądowego i jest ściśle związany z mechaniką typu oddechowego płucnego. Tem należy wytłumaczyć, że zpośród wszystkich kręgowców właśnie u ssaków i u ptactwa mostek osiąga szczyt swego rozwoju. W taki to sposób ten, pozornie tak mało mówiący, składnik kośćca sta-

nowi wykładnik natężenia przemiany materji i ustalenia się, na wysokim i stałym poziomie, ciepłoty ciała. Duży wpływ na ukształtowanie mostka posiada również rola czynnościowa kończyn przednich oraz postawa tułowia (pozioma, pionowa).

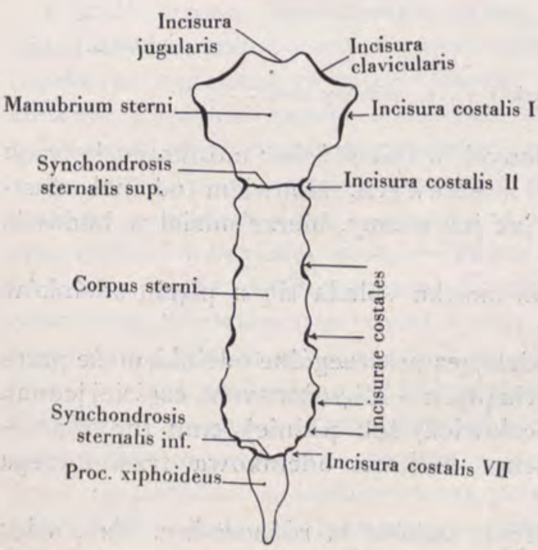
W mostku rozróżniamy trzy następujące części: rękojeść, — trzon i — wyrostek mieczykowaty (rys. 95 i 96).

Rękojeść *(manubrium sterni s. praesterum)* odpowiada części przedniej mostka aż po przyczep drugiego żebra i jest dobrze wykształcony jedynie u istot wyposażonych w obojczyk (np. u Naczelnych), a więc u tych które mają możność wykonywania kończyną przednią ruchów wielostronnych. Jak już wiemy (p. wyżej) w skład rękojeści wchodzi jeden odcinek mostkowy *(sternebra I)* oraz jednostka kostna, pochodzenie której nie jest dotychczas wystarczająco wyjaśnione.



Rys. 95. Mostek małpy *(Macacus rhesus)*, widziany od dołu.

U ssaków o ruchach wahadłowych kończyn (tj. nieobdarzonych własnościami chwytnemi), a więc u wszystkich ssaków udomowionych, rękojeść mostka jest słabo rozwinięta, wąska i w przeważającej swej części nieskostniała, przyjmując postać — chrząstki rękojeściowej *(cartilago manubrii)*. U Koniowatych chrząstka rękojeściowa ma kształt listewkowatego wyrostka, przechodzącego na powierzchnię dolną trzonu pod postacią listewki chrząstkowej zwanej — grzebieniem mostkowym *(crista sterni)* (rys. 97).

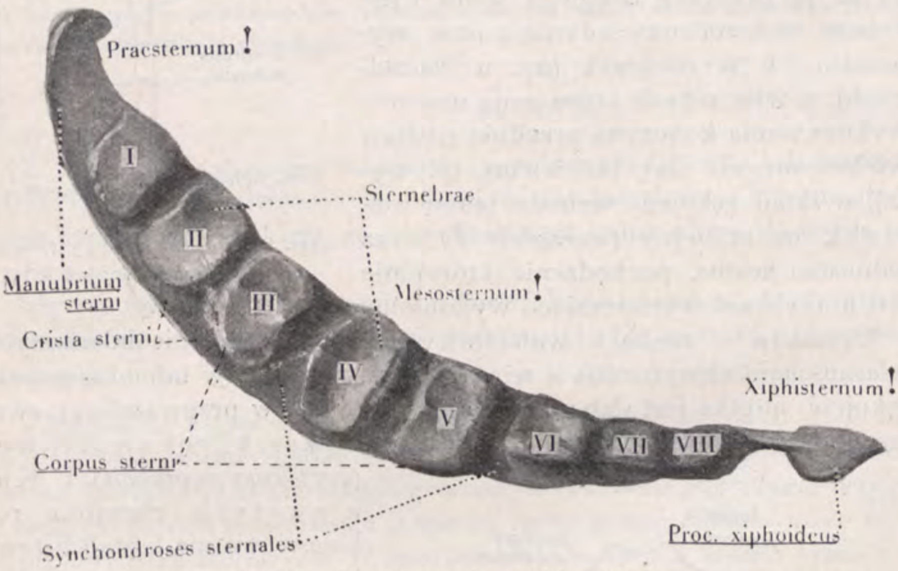


Rys. 96. Mostek człowieka, widziany od przodu.

Po obu stronach krawędzi rękojeści widnieje zagłębienie — wcięcie żebrowe *(incisura costalis)*, służące do połączenia z pierwszem żebrem, a nieco ku tyłowi podobne wcięcie utworzone wespół z trzonem mostka, a przeznaczone do pomieszczenia

żebra drugiego. U ssaków, których kończyny przednie mogą wykonywać ruchy chwytne (Naczelne), ku przodowi od wcięcia żebrowego pierwszego *(incisura costalis prima)* znajdujemy głębokie — wcięcie obojczykowe *(incisura clavicularis)*, z którem łączy się stawem jamowym obojczyk (rys. 95 i 96).

Trzon mostka *(corpus sterni s. mesosternum)*. W skład trzonu wchodzi szereg — odcinków mostkowych *(sternebrae)*, których ilość daje się ująć pod postacią wzoru: n-2, w którym — n odpowiada liczbie żeber mostkowych. A więc np. u Koniowatych i u Pso-



Rys. 97. Mostek konia, widziany zboku.

watych (rys. 97 i 98), wyposażonych w osiem żeber mostkowych, trzon składa się z sześciu odcinków mostkowych, albowiem odcinek mostkowy pierwszy *(sternebra I)*, jak już wiemy, bierze udział w budowie rękojeści.

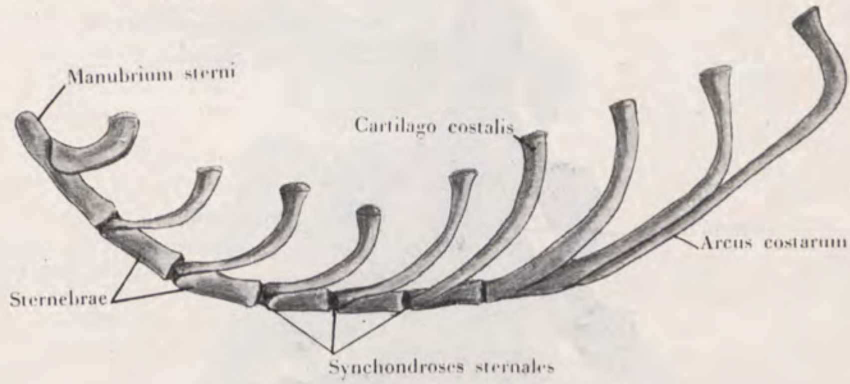
U *Hominidae* (rys. 83) trzon mostka składa się z pięciu odcinków mostkowych.

Tkanka chrząstkowa, przedzielająca poszczególne odcinki, może przetrwać poprzez okres całego życia (np. u — Mięsożernych), częściej jednak podlega wcześniejszemu (np. człowiek) lub późniejszemu (np. Koniowate) skostnieniu, dzięki czemu budowa odcinkowa trzonu ulega pewnemu zatarciu.

Kształt trzonu jest u różnych ssaków b. różnorodny. Tak, więc np. u Naczelnych, u Przeżuwaczy i u Świniowatych trzon ma po-

stać szerokiej, lecz płaskiej płytki; u Koniowatych jest on mocno spłaszczony poprzecznie, listewkowaty i wreszcie u Mięsożernych ma kształt wałeczkowaty. Tak czy inaczej, po obu stronach jego widnieją półkuliste jamki — w c i ę c i a ż e b r o w e *(incisurae costales)* wysłane chrząstką stawową, a służące do pomieszczenia końców dolnych żeber mostkowych *(costae sternales)*.

U Koniowatych na powierzchni dolnej trzonu znajdujemy pośrodkowo umieszczony chrząstkowy — g r z e b i e ń m o s t k o w y *(crista sterni)*, stanowiący przedłużenie chrząstki rękojeściowej. Była o nim wzmianka powyżej.



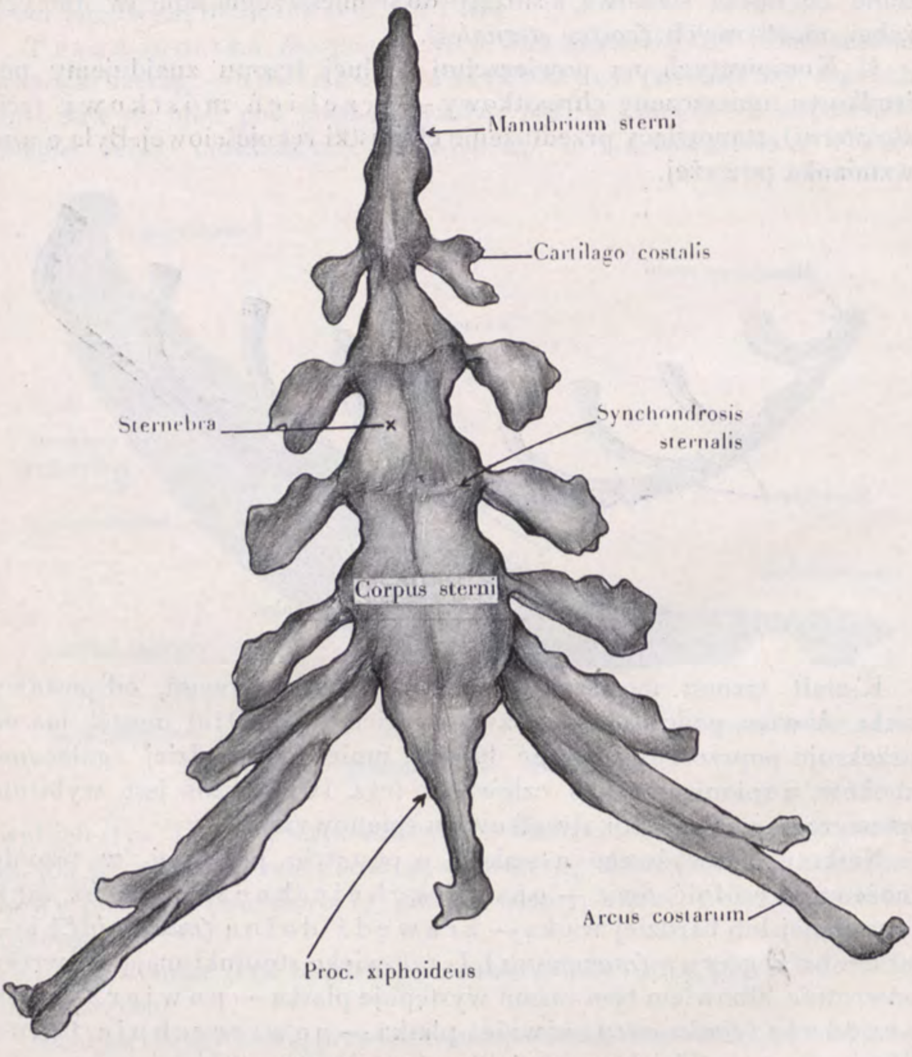
Rys. 98. Mostek p s a, widziany zboku.

Kształt trzonu mostkowego zależy, między innemi, od postawy ssaka. A więc, podczas gdy u czworonogich (rys. 101a) mostek ma na przekroju poprzecznym postać blaszki mniej lub bardziej zgniecionej zboków, u spionizowanego człowieka (rys. 101b) trzon jest wybitnie spłaszczony w kierunku strzałkowym (pionowym).

Naskutek powyższego u ssaków o postawie poziomej, w trzonie możemy wyróżnić dwie — p o w i e r z c h n i e b o c z n e *(facies lat.)*, oraz mniej lub bardziej wąską — k r a w ę d ź d o l n ą *(margo inf.)* i — k r a w ę d ź g ó r n ą *(margo sup.)*. U człowieka stosunki mają się wręcz odwrotnie, albowiem tym razem występuje płaska — p o w i e r z c h n i a p r z e d n i a *(facies ant.)* i również płaska — p o w i e r z c h n i a t y l n a *(facies post.)*, oddzielone od siebie stosunkowo wąskiemi — k r a w ę d z i a m i b o c z n e m i *(margines lat.)* (rys. 96 i 101 b).

Ostatnią część mostka tworzy — w y r o s t e k m i e c z y k o w a t y *(proc. xiphoideus s. xiphisternum)*, położony bezpośrednio wtyle od przyczepu — ł u k u ż e b r o w e g o *(arcus costarum)* do trzonu mostkowego i wykazujący wielkie wahania zarówno pod względem budowy

jak i kształtu. Tak więc, u istot wszystkożernych (np. Naczelne, Świniowate) i u Mięsożernych ma on postać krótkiego chrząstkowego wyrostka wcześniej lub później ulegającego skostnieniu, natomiast u ssaków posiadających silnie rozwinięty przewód pokarmowy (ssaki rośli-

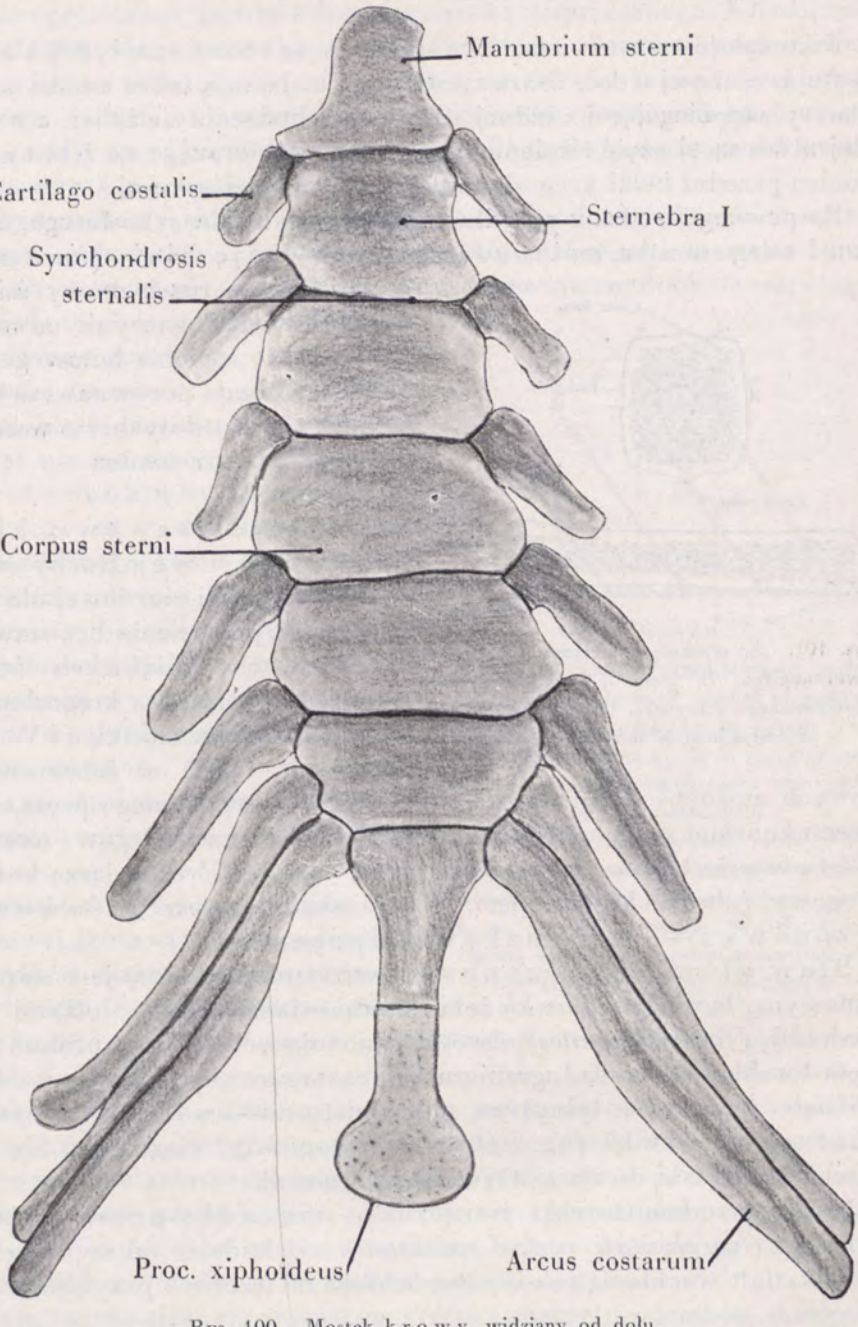


Rys. 99. Mostek ś w i n i, widziany od dołu.

nożerne), wyrostek mieczykowaty tworzy okrągławą płytkę chrząstkową (»płytkę brzuszną«) (rys. 100).

Należy przypuszczać, iż u zwierząt roślinożernych — p ł y t k a b r z u s z n a *(lamina ventralis* R. P.) służy choć w stopniu bardzo

ograniczonym, do mechanicznego podtrzymywania znacznego ciężaru trzew, ciążących na ścianę brzuszną.



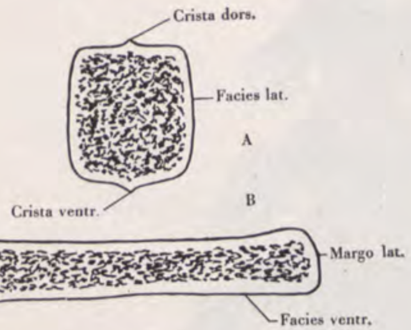
Rys. 100. Mostek krowy, widziany od dołu.

Naskutek mniej lub silniej zaznaczanego rozszczepu klatki piersiowej *(diastasis thoracis)* u Waleniowatych mostek jest słabo rozwinięty, a u *Mystacoceti* składa się tylko z jednego odcinka z którym łączy się druga para żeber.

Jako całość mostek może być uważany za rodzaj sprężystej klamry kostnej, wiążącej wdole żebra mostkowe a zwłaszcza żebra kończynowe, klamry zapobiegającej z jednej strony rozchodzeniu się żeber, a z drugiej niweczącej część ciśnienia pionowego wywieranego na żebra przez koniec przedni belki kręgosłupowej piersiowo-lędźwiowej.

Za pewnego rodzaju przedłużenie wyrostka mieczykowatego, a zatem i całego mostka, można uważać t. zw. — linję białą *(linea alba)* czyli szew rozcięgnowy ściany brzusznej, ciągnący się od mostka aż do spojenia łonowego.

Anatomja porównawcza mostka nie jest dotychczas wszechstronnie opracowana.



Rys. 101. A. przekrój poprzeczny mostka ssaka czworonogiego; B. przekrój poprzeczny mostka spionizowanego człowieka. Obydwa mostki zostały przedstawione w tem samem położeniu.

Układ stawowy klatki piersiowej. Ruchy oddechowe klatki piersiowej nie byłyby do pomyślenia bez stawów jamowych, wiążących żebra z jednej strony z kręgosłupem a z drugiej z mostkiem. W ten sposób, każde z żeber mostkowych można by porównać do sprężystego i b. ruchomego pręta, obu swemi końcami osadzonego w jamkowatych łożyskach kręgów i mostka.

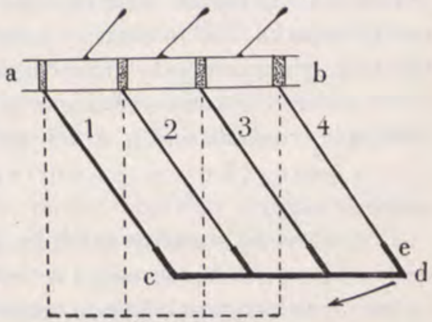
Stawy żebrowokręgowe *(artt. costovertebrales)* łączą koniec kręgowy żebra z kręgosłupem. Rozróżniamy: staw główkowotrzonowy i — staw guzkowopoprzeczny.

Staw główkowotrzonowy *(art. capituli costae)* jest stawem jamowym, łączącym główkę żebra z odpowiadającemi — dołkami żebrowemi *(foveae costales)* dwóch sąsiadujących trzonów. Silnie napięta torebka stawowa ogranicza jamę stawową, podzieloną na dwa oddziały (przedni i tylny) za pośrednictwem — więzadła śródkostnego główki *(lig. interosseum capituli)*, ciągnącego się od grzebienia główki do chrząstki międzykręgowej.

Ścianę przednią torebki wzmacnia — więzadło promieniste główki *(lig. capituli costae radiatum)*, odchodzące od szyjki żebra by nakształt wachlarza rozsiać swe włókna na trzonach przylegających kręgów.

Staw guzkowopoprzeczny *(art. costotransversarium)* jest również stawem jamowym. Łączy on powierzchnię stawową guzka żebrowego z takąż powierzchnią wyrostka poprzecznego. Cienką torebkę stawową wzmacniają: — więzadło żebrowo-poprzeczne grzbietowe *(lig. costo-ransversarium dorsale)*, napięte między guzkiem żebrowym i wierzchołkiem wyrostka poprzecznego oraz — więzadło szyjki żebrowej *(lig. colli costae)*, zdążające od szyjki do trzonów kręgowych.

Obydwa stawy żebrowokręgowe stanowią pod względem biomechanicznym jedną całość. Istotnie ruchy, które żebro wykonywa w tych stawach są ruchami obrotowemi, odbywającemi się dookoła osi, ciągnącej się ukośnie przez główkę żebra i przez jego guzek.



Rys. 102. Schemat przedstawiający ruchy żeber. Wgórze widnieje odcinek kręgosłupa (ab) od którego odchodzą ku dołowi i ku tyłowi cztery żebra (1, 2, 3, 4), kończące się, za pośrednictwem chrząstek żebrowych (e), na mostku (cd).
Strzałka wskazuje kierunek ruchu żeber w czasie fazy wdechowej a linjami przerywanemi oznaczono położenie żeber i mostka po dokonaniu wdechu. W fazie wydechowej żebra oraz mostek przesuwają się oczywiście w kierunku przeciwnym.

Ażeby zrozumieć mechanikę oddechową klatki piersiowej należy sobie dobrze uświadomić, iż podczas każdego — ruchu wdechowego, polegającego na przesunięciu się końca mostkowego żebra ku przodowi, chrząstka żebrowa ulega skrętowi, a jednocześnie mostek oddala się od kręgosłupa ku dołowi i ku przodowi. Odwrotnie, w czasie — ruchu wydechowego koniec mostkowy żebra przesuwa się ku tyłowi, mostek zbliża się do kręgosłupa, a chrząstka żebrowa wykonywa rozkręt (rys. 102).

Innemi słowy, w czasie fazy wydechowej żebra są ustawione bardziej pochyło w stosunku do osi kręgosłupa i tworzą z nim kąt ostry zwrócony ku tyłowi *(»kąt żebrowo-kręgosłupowy«)* natomiast w fazie wdechowej zarówno kąt żebrowo-kręgosłupowy jak i kąt żebrowo-mostkowy ulegają zwiększeniu, a żebra przyjmują położenie bardziej prostopadle w stosunku do osi kręgosłupowej. Na załączonym schemacie (rys. 102) zakres ruchów żebrowych został z rozmysłem nieco przejaskrawiony. Ponieważ owe ruchy żeber odbywają się rytmicznie i bez przerwy, od chwili przyjścia na świat aż do skonu, byłoby więc dziwnem gdyby nie musiały one wpłynąć na budowę i na kształt żeber!

Tym to ustawicznym zjawiskom skrętu i rozkrętu odcinków dolnych

żeber należy przypisać, iż w przeciwieństwie do odcinków górnych, nie ulegają one skostnieniu, a co zatem idzie, zachowują charakter chrząstkowy. Tak więc, zróżnicowanie się żebra na dwie części, z których jedna ulega przeistoczeniu kostnemu (żebro kostne), a druga zachowuje pierwotny stan chrząstkowy (żebro chrząstkowe), jest jedynie wynikiem ruchów oddechowych klatki piersiowej.

W wieku starszym, kiedy to naskutek zwiotczenia układu mięśniowego ruchy oddechowe klatki piersiowej stają się bardziej płytkie i ograniczone, chrząstki żebrowe *(cartilagines costales)* ulegają, w większym lub mniejszym stopniu, zwapnieniu.

Stawy żebrowo-mostkowe *(artt. costosternales)* łączą końce mostkowe chrząstek żebrowych z wcięciami żebrowemi *(incisurae costales)* mostka. Są to stawy jamowe o cienkich lecz mocno napiętych torebkach stawowych, które są wzmocnione od dołu przez — więzadła żebrowo-mostkowe promieniste dolne *(ligg. costosternalia radiata inf.)*, a od góry przez krótkie — więzadła żebrowo-mostkowe promieniste górne *(ligg. costosternalia radiata sup.)*.

Co się tyczy stawów w łonie samego mostka, to ograniczają się one do — chrząstkozrostów śródmostkowych *(synchondroses intrasternales)*, spajających pojedyńcze odcinki mostkowe. U osobników starszych owe chrząstkozrosty często przeistaczają się w kościozrosty.

4. Klatka piersiowa, jako całość.

Klatka piersiowa *(thorax)* stanowi część przednią tułowia, ograniczoną żebrowokręgowemi — pierścieniami piersiowemi *(annuli thoracales)*. Stanowi ona: narząd bierny ruchów oddechowych, chroni i podtrzymuje trzewa jamy piersiowej, przeciwstawia się zarówno ciśnieniu atmosferycznemu jak i ciśnieniu ujemnemu jam opłucnowych, stanowi oparcie dla kończyn przednich i wreszcie daje przyczep umięśnieniu brzusznemu i wielu zpośród mięśni szyjnych.

Klatka piersiowa przedstawia budowę wybitnie ażurową.

W samej rzeczy, poza szerokiemi ciągnącemi się wdół szparami przedzielającemi sąsiadujące żebra — przestrzeniami międzyżebrowemi *(spatia intercostalia)* (rys. 65 i 71) w klatce piersiowej widnieją ponadto jeszcze dwa otwory zasługujące na bliższą uwagę. Jeden z tych otworów jest położony naprzedzie i nosi nazwę — wpustu, drugi zaś leży na granicy jamy piersiowej z jamą brzuszną i zwie się — wypustem.

W p u s t k l a t k i p i e r s i o w e j *(apertura thoracis ant.)* jest otworem, zapewniającym połączenie między okolicą szyjną i jamą piersiową, ma kształt owalny o długiej osi ustawionej prostopadle i jest ograniczony od góry — przez trzon pierwszego kręgu piersiowego, zboku — przez pierwsze żebra i wreszcie od dołu — przez krawędź przednią rękojeści mostka.

J a m a p i e r s i o w a *(cavum thoracis)* do której można wniknąć na kośćcu zarówno przez liczne przestrzenie międzyżebrowe, jak i przez wpust, stanowi obszerną przestrzeń, przeznaczoną do pomieszczenia płuc, serca, naczyń i nerwów.

Ograniczają ją: od dołu — mostek, z boków — żebra a od góry — trzony kręgów piersiowych. Te ostatnie tworzą razem podłużny cylindryczny — w a ł t r z o n o w y *(torus vertebralis* R. P.), wpuklający się, mniej lub bardziej głęboko, do wnętrza jamy piersiowej. Po obu stronach wału widnieją płytkie, podłużne rynienki zwane — r o w k a m i p ł u c n e m i *(sulci pulmonales)*, w których są umieszczone krawędzie górne płuc.

Światło klatki piersiowej posiada postać bardzo nieprawidłową a przeto porównanie do spłaszczonego zboków stożka o podstawie skierowanej ku tyłowi, oddaje rzeczywistość li tylko w sposób przybliżony. Godząc się, jednak z owem porównaniem należy zaznaczyć że ścięty wierzchołek przestrzeni stożkowatej odpowiada wpustowi, który zatem jest częścią najwęższą jamy piersiowej. W miarę tego jak się posuwamy ku tyłowi wymiary klatki piersiowej stopniowo wzrastają.

W y p u s t k l a t k i p i e r s i o w e j *(apertura thoracis post.)* jest zawsze znacznie większy od wpustu.

Granice wypustu posiadają przebieg dość zawiły, dzięki czemu kształt samego otworu jest trudny do opisowego ujęcia. Krawędzie wypustu są utworzone wgórze przez: trzon ostatniego kręgu piersiowego, po bokach przez ostatnie żebra wraz z — ł u k a m i ż e b r o w e m i *(arcus costales)* a wdole przez chrząstkozrost łączący trzon z wyrostkiem mieczykowatym, wzgl. przez ten ostatni. W stanie przyżyciowym wypust jest szczelnie zamknięty przez mięsień zwany — p r z e p o n ą *(diaphragma)*. W ten sposób, jama piersiowa zostaje ściśle oddzielona od jamy brzusznej.

W miejscu spotkania obu łuków żebrowych z końcem tylnym trzonu mostka widnieje zwrócony ku tyłowi — k ą t z a m o s t k o w y *(angulus retrosternalis)*, wielkość którego zależy oczywiście od stopnia rozchylenia łuków.

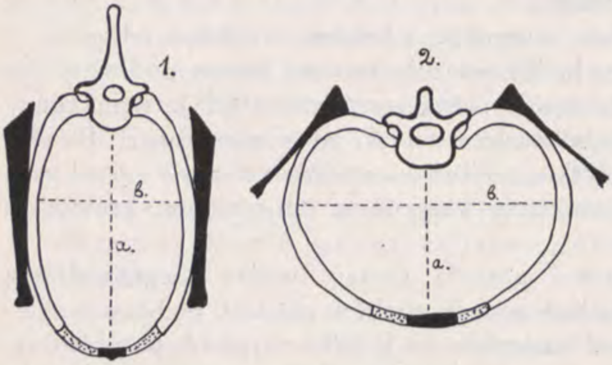
U ssaka z zachowanemi częściami miękkiemi — przestrzenie międzyżebrowe są szczelnie wypełnione przez mięśnie międzyżebrowe. Jeżeli

ilość żeber znajdujących się po każdej stronie oznaczymy symbolem — n to liczba przestrzeni wynosić będzie n — 1.

Szerokość przestrzeni żebrowych jest gatunkowo bardzo zmienna i w dużym stopniu zależy od szerokości samych żeber i od plastyczności klatki piersiowej.

A teraz, kilka słów o kształcie klatki piersiowej, jako całości i o jej własnościach.

Już powierzchowna analiza ukształtowania klatki u różnych ssaków pozwala stwierdzić, iż zależy ona w pierwszym rzędzie od postawy całego ciała, a więc od roli kończyn przednich a następnie od rodzaju mechaniki oddechowej i od stopnia ruchomości tułowia.



Rys. 103. Dwa przekroje poprzeczne klatki piersiowej: 1—ssaka czworonożnego; 2—człowieka: a—wymiar pionowy; b—wymiar poprzeczny.

U ssaków czworonożnych, a więc u których kończyny przednie posiadają charakter kończyn nośnych t. j. podpierających ciężar ciała, klatka piersiowa posiada — typ czółenkowaty, natomiast postawę dwunożną albo spionizowaną (człowiek) cechuje — typ beczkowaty klatki piersiowej.

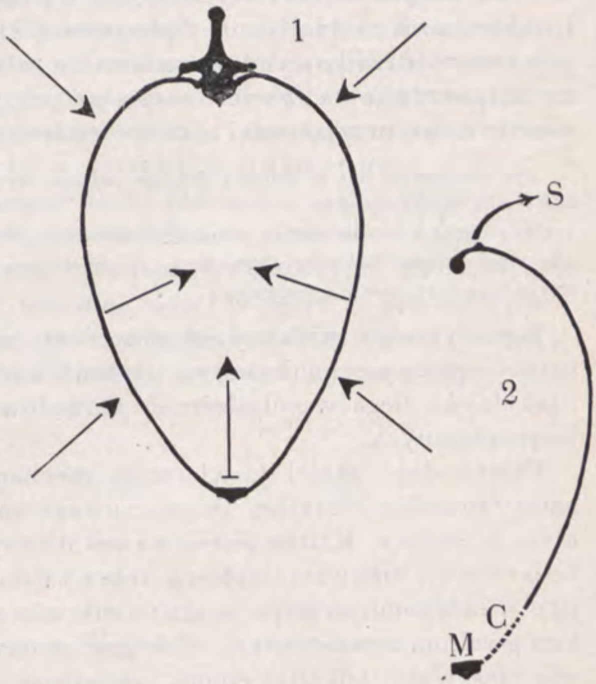
W — typie czółenkowatym (rys. 103_1) klatka piersiowa, dzięki ciśnieniu wywieranemu stale przez kończyny przednie, ulega spłaszczeniu w kierunku poprzecznym, naskutek czego wymiar pionowy (a) jamy piersiowej zawsze przewyższa jej wymiar poprzeczny (b), a cała klatka jest raczej wysoka ale wąska. Typ ten występuje w wyjątkowo jaskrawej postaci u ssaków o kończynach przednich bezobojczykowych *(aclavicularia!)*, a więc u tych, u których ruchy kończyn posiadają charakter ruchów wahadłowych (np. Kopytne).

Wpływ kończyn przednich wypowiada się również i w innych szczegółach klatki piersiowej. Tak więc, w typie czółenkowatym żebra, zwłaszcza żebra przednie (ucisk łopatek!) są słabo wygięte, mniej lub bardziej spłaszczone w kierunku poprzecznym (zwłaszcza żebra kończynowe) wpust posiada kształt owalu, o długiej osi ustawionej pionowo; wał trzonowy *(torus vertebralis)* wrzyna się nieznacznie do wnętrza jamy piersiowej, kąt zamostkowy *(angulus retro-*

sternalis) jest ostry, ruchomość żeber przednich nieznaczna, mostek ma postać listewkowatą i t. d.

Powyższe współzależności możemy ująć pod postacią poniższego zestawienia: kończyny nośne — klatka piersiowa typu czółenkowatego — obojczyk uwsteczniony — rękojeść mostka słabo rozwinięta — żebra przednie spłaszczone i o ruchomości ograniczonej.

Pewnego rodzaju odchyleniem od typu czółenkowatego jest — typ cylindryczny (R. P.). Jak z samej nazwy wynika, w typie tym przekrój klatki piersiowej przybiera postać kręgu. Typ cylindryczny klatki piersiowej występuje u ssaków o dużej sprawności ruchomościowej tułowia i o wielkiej sprężystości klatki piersiowej a więc u — Łasicowatych *(Mustelidae)* u — Wiwerowatych *(Viverridae)* a w znacznie mniejszym stopniu i u — Kotowatych *(Felidae)*.



Rys. 104. Mechanika klatki piersiowej (1) i żebro wyosobnione (2) wsparte na mostku.
Strzałki położone nazewnątrz klatki piersiowej oznaczają ciśnienie atmosferyczne, strzałki położone wewnątrz siłę sprężystości tkanki płucnej; M — mostek; C — chrząstka żebrowa. S — prężność żebra.

Zgoła odmienne cechy przyjmuje klatka piersiowa u — ssaków dwunożnych. Jeżeli za przykład weźmiemy człowieka jako istotę całkowicie sponizowaną, której kończyny przednie utraciły zupełnie charakter kończyn nośnych a natomiast zachowały wszystkie cechy kończyn chwytnych, układ stosunków przedstawia się następująco. Ciśnienie, które w typie czółenkowatym spłaszczało klatkę piersiową w kierunku poprzecznym, ustępuje miejsce ciągnieniu wywoływanemu przez umięśnienie obręczy barkowej, naskutek czego klatka piersiowa zwiększa swój wymiar poprzeczny (rys. 103_2) i przyjmuje postać którą nazwiemy — typem beczkowatym.

Typ beczkowaty (rys. 103b) charakteryzują: znaczny wymiar poprzeczny klatki piersiowej i który wyraźnie przewyższa jej wymiar pionowy (a więc wprost odwrotnie aniżeli to miało miejsce w typie czółenkowatym!), trzony żeber mają postać wybitnie pałąkowatą, żebra przednie nie różnicują się w żebra kończynowe, wał trzonowy *(torus vertebralis)* wciska się głęboko w obręb jamy piersiowej, wpust przybiera kształt owalu poprzecznego, łuki żebrowe oddalają się od siebie zwiększając tem samem kąt zamostkowy a w związku z obecnością obojczyka rękojeść mostka tworzy szeroką i dobrze rozwiniętą płytkę kostną. Pozatem ruchomość żeber wydatnie się wzmaga, co wpływa oczywiście i na mechanikę oddechania. Spłaszczenie klatki piersiowej w kierunku pionowym (strzałkowym) sprawia to, że człowiek w położeniu leżącem może spoczywać na szeroko rozpostartych plecach, którego to położenia nie mogą przyjąć ssaki o klatce czółenkowatej.

Typ beczkowaty jest w znacznie słabszym stopniu wyrażony u *Lemuroidea*, u *Hylobatidae* i u *Anthropomorphae*.

W związku z bardzo swoistą mechaniką oddechową Waleniowatych i równie swoistą techniką przenosinową Rękoskrzydłych klatka piersiowa, acz nieobarczona kończynami nośnemi, przyjmuje postać wybitnie beczkowatą.

Z powyższego widzimy jak przeróżny wpływ wywierają czynniki natury często mechanicznej na ukształtowanie tej ważnej okolicy ciała i jak daleko sięga współzależność narządów pozornie niczem ze sobą niepowiązanych.

Przechodząc zkolei do własności mechanicznych klatki piersiowej, należy przedewszystkiem zwrócić uwagę na duży stopień sprężystości, która ją cechuje. Klatka piersiowa jest niezwykle sprężysta (chrząstki żebrowe!, łukowata budowa żeber!) dzięki czemu narządy, znajdujące w niej pomieszczenie, są skutecznie zabezpieczone przeciwko wszelkim gwałtom zewnętrznym. Z drugiej strony może ulegać ona z łatwością czasowym odkształceniom, zwłaszcza u niektórych ssaków (np. u przedstawicieli Kotowatych, Łasicowatych).

Wyjątkowo dużą plastycznością klatki piersiowej odznaczają się wszystkie ssaki mogące się zwijać w kłębek (np. *Erinaceus, Tolypeutes, Manidae)* wzgl. które są w stanie wyginać się silnie w kierunku grzbietowym (np. *Bradypodidae)*.

Z braku innych sprawdzianów pewnym wykładnikiem sprężystości klatki piersiowej może być zdolność wzgl. brak możności osiągnięcia głową nasady ogona.

Sprężystością klatki piersiowej tłumaczymy sobie fakt że nawet ciężko naładowany wóz nie jest w stanie zgnieść jej u człowieka, o ile klatka znajduje się w swej fazie wdechowej (R. Fick).

Drugą ważną cechę klatki stanowi łatwość, z jaką dokonywują się zmiany w jej pojemności, w związku z ruchami oddechowemi. Pod tym względem rozróżniamy w niej dwa zasadnicze stany: — fazę wdechową i — fazę wydechową.

W — fazie wdechowej (rys. 102) żebra są przesunięte ku przodowi, mostek oddalony od kręgosłupa, chrząstki żebrowe skręcone, a pojemność jamy piersiowej i sprężystość klatki są zwiększone. Odwrotnie w — fazie wydechowej, żebra są cofnięte, mostek zbliżony do wału trzonowego, chrząstki żebrowe rozkręcone, a pojemność jamy piersiowej i sprężystość klatki jest wybitnie zmniejszona. Zasługuje na podkreślenie, że właśnie możność przejścia jednej fazy w drugą, klatka piersiowa zawdzięcza sprężystości chrząstek żebrowych, którym należałoby przeto więcej poświęcać uwagi, aniżeli się to zwykle czyni.

Niezależnie od kształtu przekroju klatka piersiowa może przyoblekać dwie zasadnicze postacie: — postać wydłużoną i — postać krótką. Oczywiście że długość klatki piersiowej zależy w pierwszym rzędzie od ilości żeber, od ich szerokości i wreszcie od szerokości przestrzeni międzyżebrowych. Typem wydłużonym odznaczają się ssaki o dużej plastyczności tułowia, idącej w parze z pewnem przykróceniem kończyn. Należy tutaj wymienić Łasicowate i Wiwerowate a poniekąd i Kotowate. Wybitnie postać, krótką klatki posiadają człowiek i Waleniowate.



B. CZASZKA.
(Cranium)

Czaszka *(cranium)* stanowi puszkę kostną, otaczającą mózgowie, jamę nosową, narządy zmysłów oraz jamę ustną. Całą czaszkę dzielimy na dwie zasadnicze części: — mózgowioczaszkę *(neurocranium)*, która, jak z samej nazwy wynika, tworzy płaszcz kostny dokoła mózgowia, oraz — trzewioczaszkę *(splanchnocranium)*, okrywającą narządy trzewne głowy (jamę ustną i jamę nosową) (rys. 106).

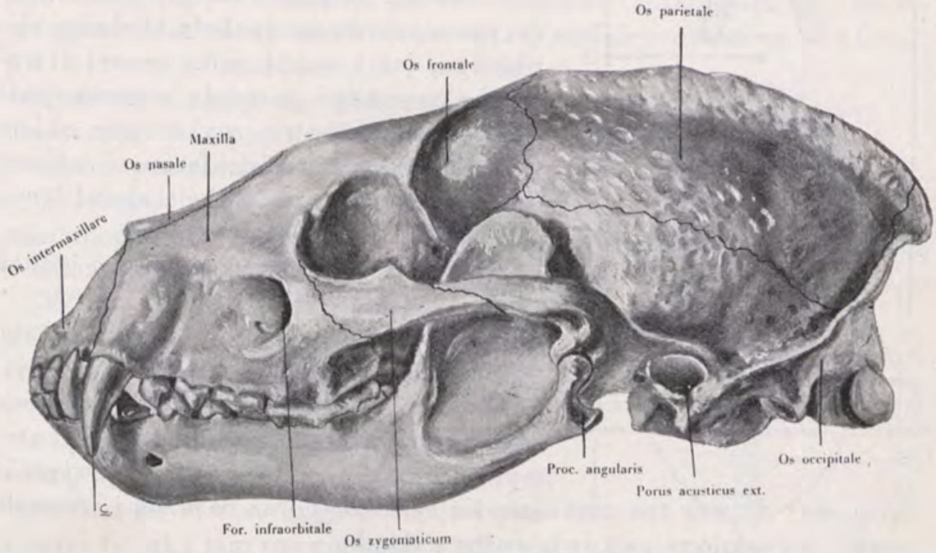
W rozdziale, omawiającym budowę trzewioczaszki, uwzględniony będzie również i t. zw. — zespół gnykowy, wiążący się ściśle pod względem morfologicznym z zawiązkami czaszki.

Nauka o czaszce należy do jednego z najbardziej trudnych i zawiłych rozdziałów anatomji, co spowodowało, że już oddawna wyodrębniano ją pod postacią gałęzi samoistnej, zwanej — kraniologją.

1. Rozwój rodowy i osobniczy czaszki. Jak wspomniałem budowa czaszki ssaka dorosłego jest tak złożona, tak dalece powikłana w ustosunkowaniu się poszczególnych jej części, że ażeby ją zrozumieć, ocenić wartość i istotę poszczególnych jej składników, niezbędnem jest dokładne zaznajomienie się z układem stosunków panujących u istot jeszcze nierozwiniętych oraz u kręgowców niższych. Całe więc zagadnienie należy sprowadzić do zasadniczych pojęć z dziedziny embrjologji i anatomji porównawczej.

Rys. 105. Odtworzenie głowy — ✠ *Brontotherium platyceras* Scott, Osborn *(✠ Titanotheriidae)* wg. H. F. Osborn'a; p. Tom. I str. 74.

a) Rozwój mózgowioczaszki. Mezenchyma kościotwórcza, otaczająca ze wszech stron pęcherzyki mózgowe pierwotne, już we wczesnych okresach życia zarodkowego wytwarza u podstawy owych pęcherzyków dwa układy wydłużonych blaszek chrząstkowych, stanowiących pierwszy zawiązek t. zw. — czaszki pierwotnej *(cranium primordiale)*.

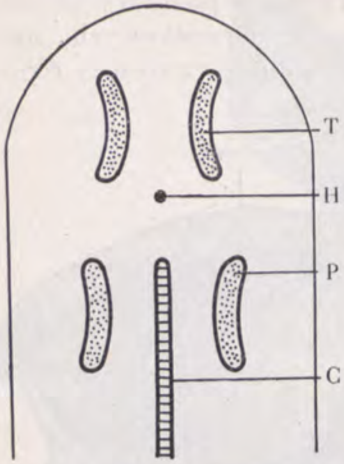


Rys. 106. Czaszka — borsuka *(Meles meles* L.), widziana zboku.
Ostatecznie czaszka jest niczem innem jak płaszczem kostnym, złożonym z wielu jednostek, otaczających mózgowie, jamę ustną, jamę nosową oraz wszystkie telereceptory. Większość wyniosłości kostnych jest wywołana przyczepami mięśniowemi a liczne otwory służą do przepuszczenia nerwów i naczyń.

Jeden z tych zawiązków występuje pod postacią — chrząstek przystrunowych *(parachordalia)*, układających się po obu stronach końcowego odcinka struny grzbietowej (rys. 107a). Druga para zawiązków jest wysunięta znacznie bardziej ku przodowi, tworząc t. zw. — beleczki *(trabeculae)*. Szeroka przestrzeń, oddzielająca poszczególne chrząstki, jest wypełniona jeszcze tkanką mezenchymatyczną, która otacza również zaczątek przysadki mózgowej *(hypophysis cerebri)*, umieszczonej wpośrodku między chrząstkami przystrunowemi i beleczkami.

Pojawienie się opisanych chrząstek, jest pierwszym objawem sprawy przeistaczania się — czaszki błoniastej *(cranium membranaceum)*, jaką jest ów płaszcz mezenchymatyczny okrywający wokół pęcherzyki mózgowe, w — czaszkę chrząstkową *(cranium cartilagineum)*.

W miarę rozwoju zarodka, obydwa układy chrząstek podlegają stopniowemu wzrostowi kosztem sąsiadującej tkanki kościotwórczej, przyczem chrząstki przystrunowe obu stron łączą się ze sobą, tworząc jednolitą — płytkę podstawną *(lamina basalis)* w której daje się uwięzić koniec struny grzbietowej. W tymże samym, mniej więcej czasie, zarówno dookoła błędnika błoniastego, jak i wokół gałki ocznej i woreczka nosowego powstają miseczkowate torebki chrząstkowe, wykazujące skłonność do nawiązania ścisłej łączności z blaszką podstawną oraz z beleczkami (rys. 107b).

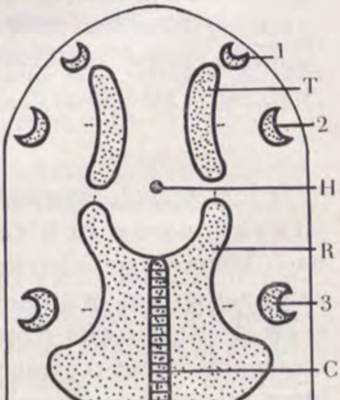


Rys. 107a. Schemat rozwoju czaszki pierwotnej: T—beleczki; P—chrząstki przystrunowe; C—struna grzbietowa; H—zawiązek przysadki mózgowej.

Niezawisłość beleczek nie trwa jednak długo.

Niebawem zlewają się one z blaszką podstawną, tworząc szeroką, poziomą płytkę, w części środkowej której widnieje okrągława szczelina — otwór podstawny, służący do pomieszczenia przysadki mózgowej. Otwór ten zmniejsza się zczasem coraz bardziej i wreszcie zostaje wypełniony całkowicie przez tkankę chrząstkową. W okresie tym — płytka podstawna jest jeszcze nieomal zupełnie płaska i służyć może li tylko za płaszczyznę oparcia dla szybko rozwijającego się mózgowia.

W miarę wzrostu płytki podstawnej, krawędzie jej stopniowo wyginają się ku górze, przez co przybiera ona kształt szeroko rozwartej ku górze miseczki. Obejmuje ona mózgowie już nietylko od dołu ale również częściowo i z boków.



Rys. 107b. Późniejsza faza rozwoju czaszki pierwotnej. 1—torebki nosowe; 2—torebki oczne; 3—torebki słuchowe; R.—wyrostki chrząstek przystrunowych.

W międzyczasie torebki chrząstkowe, osłaniające zawiązki narządów zmysłów, a więc — torebki uszne, — oczne i — nosowe zostają zwolna wchłonięte (rys. 107c) przez coraz szerzej rozpościerającą się płytkę, która w tym okresie przybiera już nazwę — czaszki pierwotnej *(cranium primordiale)*.

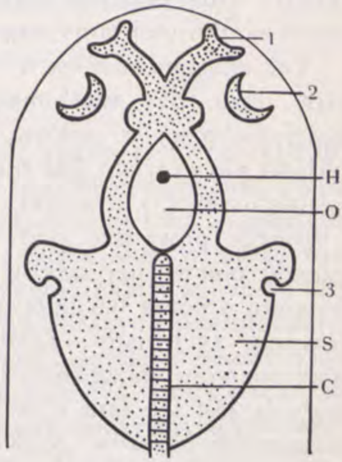
Zasługuje ona na szczególną uwagę nietylko dlatego, że występuje u wszystkich — kręgowców czaszkowych *(Craniota)*, ale również i z tego względu, iż w łonie jej rozwija się dzięki kostnieniu śródchrząstkowemu szereg kości, które nazwiemy — kośćmi zastępczemi.

Dno czaszki pierwotnej wykazuje liczne otwory, poprzez które opuszczają jamę czaszkową, bardzo wcześnie rozwijające się, nerwy mózgowe oraz naczynia; w części tylnej widnieje obszerny — otwór potyliczny wielki *(for. occipitale magnum)*, służący do połączenia jamy czaszkowej z — przewodem kręgosłupowym *(canalis vertebralis)*.

Większość tych otworów nie podlega zamknięciu, spotkamy je więc przy omawianiu czaszki kostnej.

W ten sposób ukształtowanej czaszce pierwotnej, zasługuje na uwagę stosunek jej do struny grzbietowej.

A więc, część tylna, powstała na podłożu chrząstek przystrunowych, wykazuje stosunki, przypominające warunki w których rozwijają się trzony kręgów. Istotnie, zarówno tu jak i tam rozwój kośćca odbywa się dookoła struny grzbietowej, owej pierwociny kręgosłupa. Część ta nosi nazwę — części przystrunowej *(pars parachordalis)*.



Rys. 107c. Dalsza faza rozwoju czaszki pierwotnej, w której torebki słuchowe uległy już zespoleniu z blaszką podstawną. S—blaszka podstawna; O—otwór podstawny.

Odmiennie zachowuje się odcinek przedni czaszki, a więc ta jej część, która, rozwijając się z beleczek, nie zawiera bliższego związku ze struną. Nie posiada ona żadnego odpowiednika w tułowiu, a przeto stanowi swoisty nabytek okolicy głowowej. Odcinek ten nazwany został — częścią przedstrunową *(pars praechordalis)*. Podział tego rodzaju jest nader ważny przy ocenie znaczenia i pochodzenia poszczególnych części czaszki.

Drugie zagadnienie na które należy zwrócić uwagę przy opisie czaszki, jest to jej kształt albo lepiej granice jej zasięgu. Stwierdziliśmy, iż tworzy ona rodzaj miseczki, krawędzie której, łukowato wygięte ku górze, kończą się tam wolno. Niezależnie od powyższego po bokach i naprzedzie widnieją otwory, prowadzące do torebek, okrywających narządy zmysłów, które to torebki zdążyły już w międzyczasie zespolić się z czaszką. W ten sposób przedstawia się sprawa u ssaków.

U kręgowców niższych a więc np. u — ryb spodoustych *(Selachii)*, układ stosunków przedstawia się nieco odmiennie. Nie wchodząc w szczegóły, zaznaczymy, że zasadnicza różnica między czaszką pierwotną ssaków i czaszką kręgowców niższych da się sprowadzić do stopnia rozwoju, jaki ona ostatecznie osiąga. Otóż, dzięki słabszemu rozwojowi układu nerwowego ośrodkowego u Spodoustych, ściany czaszki nie ograniczają się do utworzenia miseczkowatego wgłębienia, lecz wznoszą się wyżej, a zaginając się ponad mózgowiem, łączą się między sobą, tworząc rodzaj sklepienia dla, od tej chwili, już ze wszech stron zamkniętej jamy czaszkowej.

Tak znaczna różnica w ukształtowaniu czaszki u Spodoustych i u ssaków może być wytłumaczona jedynie pewnym niedoborem tkanki kościotwórczej u ssaków, która wobec znacznie rozrastającego się układu nerwowego, już nie jest w stanie pokryć mózgowia i od strony grzbietowej, t. j. utworzyć sklepienia czaszkowego.

Biorąc powyższe pod uwagę, należy przyjąć, że wskazane cechy czaszki pierwotnej ssaków należą do cech postępowych, świadczą one bowiem o coraz bardziej potęgującej się roli układu nerwowego w bytowaniu tych istot. Zastanawiającem jest również to, iż podstawowy plan rozwoju mózgowioczaszki u krągowców, nawet tak od siebie odległych, jest ten sam, o ile tylko oczywiście zechcemy sięgnąć myślą do wczesnych okresów rozwojowych, kiedy to czynniki wtórne nie zdążyły jeszcze wycisnąć swego piętna.

Zestawienie wysoce zróżnicowanych ssaków z postaciami bardziej pierwotnemi, nietylko udostępnia wykazanie podobnej wytycznej kierującej rozwojem poszczególnych narządów, ale również umożliwia zrozumienie istoty ich składników. Innemi słowy, zhomologizowanie narządów oraz dokładne wyjaśnienie ich pochodzenia jest możliwe jedynie na podstawie rozległych badań anatomo-porównawczych.

Uwagi te nabierają specjalnego znaczenia w związku z ongiś głośną »teorją kręgową« czaszki, której to teorji poświęcimy tutaj bodaj słów kilka.

Otóż, już w wiekach średnich zawiła budowa czaszki budziła żywe zainteresowanie, wobec jednak szczupłych wiadomości, odpowiedzi, na to ciekawe zagadnienie, nie znajdowano i dopiero na początku dziewiętnastego wieku sprawa stała się wysoce aktualna.

A więc, w roku 1807 anatom Oken, a nieco później (1824) poeta i przyrodnik Goethe, wyrazili przypuszczenie, że czaszka nie jest niczem innem, jak zespołem pewnej ilości (sześciu?) przeistoczonych kręgów, które się znalazły w odcinku głowowym tułowia. Na uzasadnienie swego poglądu badacze ci powoływali się na szereg argumentów, między innemi na stosunek czaszki do mózgowia. Zarówno punkt za-

łożenia jak i wszystkie pozory przemawiały na korzyść autorów. Istotnie jeżeli przyjmiemy mózgowie za rozrośnięty i zróżnicowany odcinek przedni rdzenia to czemuż ściany czaszki nie mogłyby stanowić rozpostartych ścian przewodu kręgosłupowego »przedszyjnego« odcinka kręgosłupa? Pomimo licznych zastrzeżeń wysuniętych przez szkołę Cuvier'a »teorja kręgowa« uznana została powszechnie za słuszną, a Owen, który podał ją nowemu oświetleniu opisał w czaszce ssaków cztery następujące kręgi czaszkowe:

1) Krąg potyliczny, z którego miała powstać część tylna czaszki;
2) Krąg ciemieniowy, tworzący część jej pośrodkową;
3) Krąg czołowy, umieszczony bardziej naprzedzie i wreszcie
4) Krąg nosowy, dający początek okolicy nosowej.

Tak się mniej więcej przedstawiała sprawa, zanim Huxley (1858), poddając bliższej analizie budowę czaszki u innych kręgowców, zwrócił uwagę na dziwną okoliczność, której niedostrzegli inni współczesni badacze. Otóż, Huxley zauważył, że jeżeli czaszka ssaków może być, ostatecznie, rozłożona na części składowe, przypominające zgrubsza kręgi, to w miarę jak się zbliżamy do kręgowców niższych odcinkowanie (metameryzacja) czaszki staje się coraz bardziej zatarte i wreszcie u ryb jest nieomal niedostrzegalne. W ten sposób »teorja kręgowa« jako taka została zachwiana, za wyjątkiem jednak samej myśli przewodniej, którą poddali krytycznym badaniom Gegenbaur (1872), Gaupp (1897), Fübringer (1897) i inni.

Uczeni ci zwrócili przedewszystkiem uwagę na znaczną różnicę stosunków między częścią przystrunową i częścią przedstrunową mózgowioczaszki! Wszak z odcinków tych jedynie część przystrunowa mogłaby być w pewnej mierze upodobniona do, zespolonych w jedną całość, pewnej ilości kręgów, część bowiem przedstrunowa jako ta, która nie wykazuje żadnego związku ze struną grzbietową, w żadnym razie nie winna być utożsamiana chociażby tylko z niezróżnicowanemi zawiązkami kręgów. Celem wyjaśnienia tej sprawy poczęto badać bliżej przebieg nerwów mózgowych, a zwłaszcza stosunek ich do poszczególnych odcinków czaszki piewrotnej. Poszukiwania były prowadzone głównie na rybach spodoustych *(Scyllium, Acanthias, Hexanchus* i t. p.), a metoda okazała się niezwykle płodną w wyniki. W ten sposób powstał współczesny pogląd na pochodzenie czaszki, który da się streścić w sposób następujący.

W mózgowioczaszce ostatecznej należy rozróżnić dwie części zasadnicze: część przednią albo — praczaszkę *(palaeocranium)* oraz część tylną albo — kręgoczaszkę *(neocranium)* (rys. 108). W skład pra-

czaszki wchodzą okolice: nosowa, oczna, słuchowa oraz większa część jamy czaszkowej. Kręgoczaszce odpowiada pozostały odcinek czaszki, a więc okolica ograniczona od przodu okolicą słuchową a wtyle sięgającą aż po otwór potyliczny wielki (rys. 108). Obejmuje ona koniec przedni struny grzbietowej a przeto porównana być może, do pewnego stopnia, do opisanego wyżej t. zw. — odcinka przystrunowego czaszki.

Pochodzenie praczaszki nie jest jeszcze wystarczająco wyjaśnione, wszakże uchodzi ona za część, która powstała najwcześniej w rozwoju rodowym, za pierwocinę, do której dopiero wtórnie dołączyła się kręgoczaszka. Stąd jej nazwa! Jedno zdaje się jednak nie podlegać wątpliwości, a mianowicie to, że praczaszka jest tworem samoistnym, nie mającym więc żadnego związku z zaczątkami kręgów.

Zupełnie odmiennem jest pochodzenie — k r ę g o c z a s z k i. Na podstawie badań nad rozwojem nerwów mózgowych tego odcinka czaszki (nn. IX, X, XI i XII) udowodniono, iż powstał on naskutek zespolenia pewnej ilości zawiązków kręgów przedszyjnych. Innemi słowy dzięki powyższemu, granica czaszkowo - kręgosłupowa została przesunięta (w stosunku do granicy pierwotnej) znacznie ku tyłowi. Wprawdzie liczba kręgów wchłoniętych przez czaszkę, nie jest dotychczas dokładnie ustalona, wiadomem jest jednak, że w każdym bądź razie nie weszły one w skład czaszki jednocześnie lecz stopniowo, w miarę zwiększającego się zapotrzebowania ochrony kostnej ze strony, coraz bardziej rozrastającego się, mózgowia.

Tak więc, drogą okólną powróciliśmy do dawnej teorji kręgowej. W świetle jednak współczesnych badań przybrała ona zupełnie odmienną postać. Temniemniej sama myśl, sama istota hipotezy O k e n a i G o e t h e g o, pozostały nieomal nietknięte.

A teraz, gdy już zostały omówione w ogólnem zarysie dzieje powstania czaszki pierwotnej, nasuwa się pytanie, jakie są jej dalsze losy u ssaków? Otóż, u Spodoustych pozostaje ona w stanie chrząstkowym poprzez okres całego życia, natomiast u kręgowców wyższych, stan ten nie trwa długo. Czaszka pierwotna jest u nich zjawiskiem przejściowem, jest tylko raczej epizodem... Istotnie, niebawem ukazują się w niej liczne ośrodki kostnienia, które, wypierając tkankę chrząstkową, zastępują ją zwolna tkanką kostną. W ten sposób powstają — k o ś c i z a s t ę p c z e, a czaszka pierwotna ustępuje miejsce zrębowi czaszki ostatecznej — c z a s z c e k o s t n e j. Powtarzam »zrębowi«, albowiem brak jej jeszcze ciągle sklepienia. Utworzone ono zostanie później przez t. zw. — k o ś c i p o k r y w o w e, powstające w skórze właściwej okrywającej głowę, a przeto nie posiadające żadnego związku z czaszką

pierwotną. Zajmiemy się niemi obszerniej w jednym z następnych rozdziałów.

Streszczając powyższe, przychodzimy do wniosku, iż w dziejach mózgowioczaszki należy wyróżnić trzy zasadnicze okresy rozwojowe:

a) okres czaszki błoniastej, kiedy to pęcherzyki mózgowe okryte były jedynie płaszczem mezenchymy kościotwórczej;

b) okres chrząstkowy albo okres czaszki pierwotnej i wreszcie

c) okres czaszki kostnej *(cranium osseum)*.

A oto, wykaz — kości zastępczych mózgowioczaszki, opisem których zajmiemy się w części szczegółowej:

1) kość potyliczna *(occipitale)* (za wyjątkiem jej odcinka górnego);

2) kość klinowa *(sphenoidale)*;

3) kość skroniowa *(temporale)* (za wyjątkiem łuski, części bębenkowej i kostek słuchowych) i wreszcie

4) kość sitowa *(ethmoidale)*.

b) Rozwój trzewioczaszki. Punktem wyjścia dla rozwoju trzewioczaszki są t. zw. — łuki skrzelowe *(arcus branchiales)*. Jak wiadomo, stanowią one u ryb rodzaj rusztowania, na którem jest rozpostarty — narząd skrzelowy, służący do oddechania. U Lądowców, narząd skrzelowy uległ poważnym przeistoczeniom, co się zaś tyczy specjalnie samych łuków, to te nie zanikły bez śladu lecz jedynie przystosowały się do nowych warunków. Zadania, którym łuki skrzelowe musiały odpowiadać u Lądowców, były tak różne od ich roli pierwotnej, iż aby móc się zorjentować w układzie stosunków u ssaków, nieodzownem jest zaznajomienie się z ich budową u ryb.

A więc, jeżeli weźmiemy za przykład — Spodouste *(Selachii s. Elasmobranchii)*, to tuż poniżej czaszki pierwotnej, odpowiadającej mózgowioczaszce (rys. 108), widnieje pewna ilość (5-7) parzystych symetrycznie położonych, listewek chrząstkowych, okalających wstępny odcinek przewodu pokarmowego. Listewki te są właśnie — łukami skrzelowemi *(arcus branchiales)*.

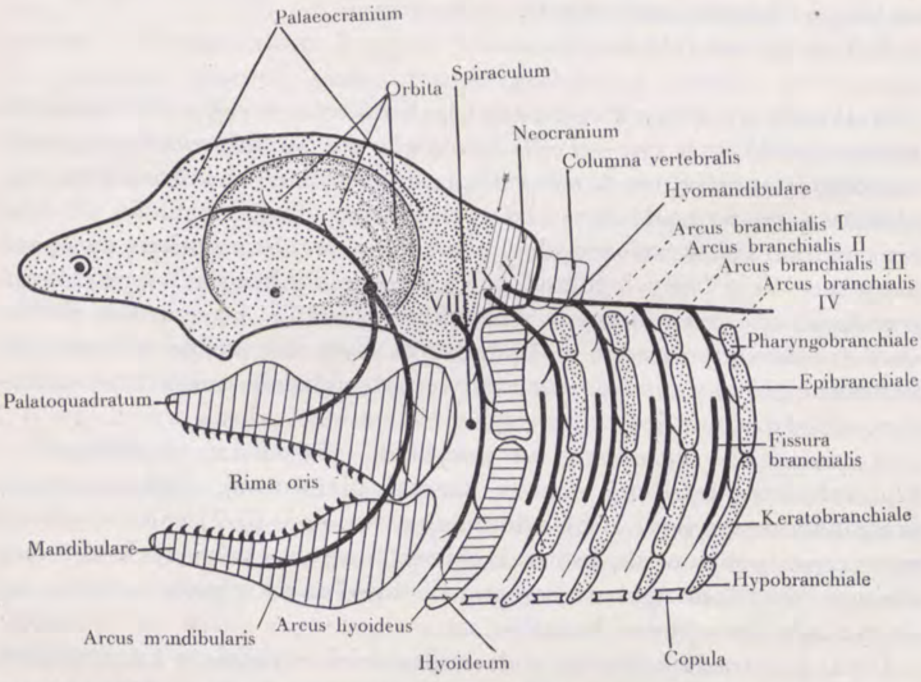
Łuk pierwszy, a więc łuk najbardziej wysunięty ku przodowi i otaczający bezpośrednio otwór ustny, nosi nazwę — łuku żuchwowego *(arcus mandibularis)*, nieco bardziej ku tylowi widnieje — łuk gnykowy *(arcus hyoideus)* i wreszcie pozostałe cztery łuki przyjęto oznaczać kolejnemi liczbami rzymskiemi, przyczem łuk, leżący bezpośrednio za łukiem gnykowym, nazwano — łukiem pierwszym *(arcus branchialis I)* i t. d. Tak więc, rozróżniamy:

1) łuk żuchowy — A *(arcus mandibularis)*
2) łuk gnykowy — B *(arcus hyoideus)*
3) łuk pierwszy — I *(arcus branchialis I)*
4) łuk drugi — II *(arcus branchialis II)*
5) łuk trzeci — III *(arcus branchialis III)*
6) łuk czwarty — IV *(arcus branchialis IV)*

Między sąsiadującemi łukami widnieją wydłużone otwory, łączące jamę gardłową ze światem zewnętrznym — szczeliny skrzelowe *(fissurae branchiales)* (rys. 108), poprzez które przecieka woda, oddając skrzelom rozpuszczony tlen a zabierając z nich dwutlenek węgla.

U ryb szczeliny skrzelowe łatwo dostrzec po odchyleniu ku przodowi t. zw. — pokrywki *(operculum)*.

Szczelina pierwsza *(spiraculum)*, umieszczona między łukiem żuchwowym i łukiem gnykowym (rys. 108), już u Spodoustych wy-



Rys. 108. Schemat budowy czaszki chrząstkowej i łuków skrzelowych u Spodoustych *(Selachii)*. Strzałka, widniejąca wgórze, wskazuje granicę między praczaszką *(palaeocranium)* i kręgoczaszką *(neocranium)*.
Obszar łuku żuchowego *(arcus mandibularis)* został oznaczony kreskowaniem pionowem, obszar łuku gnykowego *(arcus hyoideus)* oznaczono kreskowaniem poziomem. Nerwy czaszkowe (V, VII, IX i X), przydzielone do odpowiednich łuków skrzelowych, zaznaczono grubemi linjami czarnemi.

stępuje pod postacią szczątkową (jest znacznie mniejsza!) i różni się od pozostałych pod względem czynnościowym; u kręgowców wyższych nie zanika ona zupełnie, jak to czynią pozostałe szczeliny, lecz wchodzi w skład narządu słuchowego, przyczyniając się do utworzenia t. zw. — jamy bębenkowej *(cavum tympani)*.

Budowa łuków skrzelowych nie jest jednolita. Istotnie każdy z nich (prócz dwóch pierwszych A i B) składa się zasadniczo z czterech odcinków spiętrzonych jeden nad drugim i ściśle wzajemnie połączonych. Idąc od góry ku dołowi widnieje: — *pharyngobranchiale*, — *epibranchiale*, — *ceratobranchiale* i wreszcie zupełnie wdole — *hypobranchiale* (rys. 108). Po stronie brzusznej sąsiadujące łuki są połączone za pośrednictwem drobnych blaszek, zwanych — łącznikami *(copulae)*. Podobnego połączenia po stronie grzbietowej niema. W ten sposób rozmieszczone łuki tworzą rodzaj wydłużonego koszyczka — klatkę skrzelową, położoną nietylko pod samą mózgowioczaszką, ale rozpościerającą się jeszcze dość znacznie ku tyłowi w obręb okolicy, która u ssaków wyodrębni się pod postacią — szyi *(collum)*.

Zgoła odmienną budowę posiadają — łuk żuchwowy (A) i — łuk gnykowy (B). W skład każdego z nich wchodzą tylko dwie jednostki chrząstkowe, którym wobec doniosłej roli, jaka im przypada u ssaków, należy poświęcić trochę więcej uwagi.

Łuk żuchwowy *(arcus mandibularis)* składa się z dwóch szerokich płytek ruchomo połączonych pod kątem ostrym w — stawie żuchwowym pierwotnym. Płytka górna nosi nazwę — chrząstki podniebienno-czworobocznej *(palatoquadratum)*, płytka dolna — chrząstki żuchwowej *(mandibulare)* (rys. 108). Zupełnie podobnie jest ukształtowany łuk żuchwowy u zarodków ssaków. Odmiennem jest jednak jego przeznaczenie.

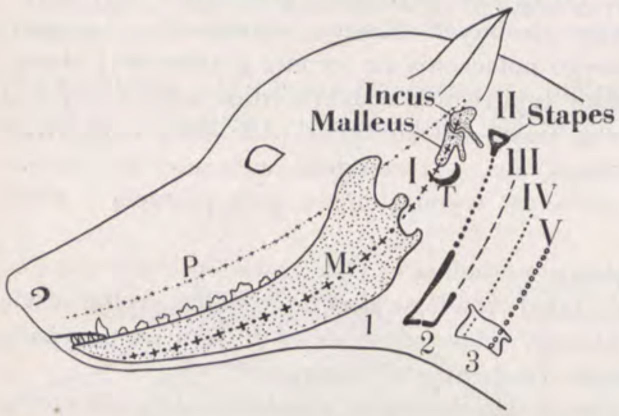
W samej rzeczy, jeżeli u ryb rola jego ogranicza się jedynie do utworzenia narządu szczękowego służącego do chwytania pokarmu, u ssaków stanowi on ginący zczasem zrąb chrząstkowy, na podłożu którego rozwijają się w skórze wszystkie kości trzewioczaszki. Pozatem, oddając się częściowo na usługi narządu słuchowego, tworzy on dwie kostki słuchowe — młoteczek *(malleus)* i — kowadełko *(incus)* (rys. 109). Sprawa jest godna bliższego wejrzenia!

A więc, umieszczona ponad jamą ustną a tuż pod czaszkę pierwotną — chrząstka podniebienno-czworoboczna *(palatoquadratum)*, w miarę jak sama zanika, staje się ośrodkiem który powoduje powstanie w skórze właściwej ją pokrywającej szeregu — kości po-

krywowych (skórnych), przyszłych kości trzewioczaszki. W ten sposób powstają: — szczęka, — kość międzyszczękowa, — kość jarzmowa, — kość podniebienna oraz — kość skrzydłowa.

Równie zmiennemi są losy — chrząstki żuchwowej t. j. drugiej części składowej łuku żuchwowego. Wyróżnić w niej należy dwa odcinki — przedni oraz — tylny.

Odcinek przedni, zwany również — chrząstką Meckela *(cartilago Meckeli)*, ma kształt wydłużonej listewki, ciągnącej się ukośnie od okolicy podbródka aż po okolicę uszną czaszki pierwotnej (rys. 109). Wokół tej chrząstki powstaje w tkance łącznej skóry kość pokrywowa nosząca nazwę — żuchwy *(mandibula s. dentale)*. W miarę, jak się ta kość rozwija, chrząstka Meckela stopniowo zanika i wreszcie ginie bez śladu. Jesteśmy więc ponownie świadkami zjawiska, które zaobserwowaliśmy w chrząstce podniebienno-czworobocznej.



Rys. 109. Pochodne łuków skrzelowych u ssaka (schemat). Skróty oznaczają: M — *cartilago Meckeli;* P — *palatoquadratum;* T—*tympanicum*; 1 — żuchwa (obszar wykropkowany); 2 — układ gnykowy; 3 — chrząstka tarczowata. Liczbami rzymskiemi (I-V) oznaczono kolejne łuki skrzelowe.

Pozostaje drobny odcinek tylny owej chrząstki.

Otóż, według Reichert'a, Gaupp'a, Broom'a (1912), Palmer'a (1913) odcinek ten wędruje w kierunku okolicy usznej czaszki i tam podlega skostnieniu tworząc dwie kostki słuchowe, a mianowicie: — młoteczek *(malleus)* i — kowadełko *(incus)* oraz jeden ze składników kości skroniowej — część bębenkową kości skroniowej *(tympanicum)* (rys. 109 T.).

Niemniej zawiłym jest los łuku następnego t. j. — łuku gnykowego *(arcus hyoideus)*. Jak już wspomniałem, u ryb występuje on pod postacią dwóch wysmukłych chrząstek — górnej, umieszczonej bezpośrednio pod czaszką, — chrząstki gnykowo-żuchwowej *(hyomandibulare)* i drugiej, leżącej poniżej — chrząstki gnykowej *(hyoideum)* (rys. 108). Pierwsza z nich t. j. chrząstka gnykowo-

żuchwowa u ssaków w znacznym stopniu zanika, to zaś, co z niej pozostaje, kostniejąc tworzy trzecią kostkę słuchową — strzemionko *(stapes)* (rys. 109).

Dzieje drugiej składowej łuku gnykowego t. j. chrząstki gnykowej, wiążą się tak ściśle z przeznaczeniem dalszych łuków skrzelowych (I, II i III), iż zmuszeni jesteśmy rozpatrzeć je z tamtemi łącznie. Istotnie, pozostałe łuki skrzelowe, uległszy głębszym przeistoczeniom, wchodzą w skład wstępnego odcinka przewodu oddechowego względnie narządów ściśle z nim związanych. Mam na myśli t. zw. — układ gnykowy *(apparatus hyoideus)* oraz jedną z chrząstek krtani — chrząstkę tarczowatą *(cartilago thyreoidea)*.

Układem gnykowym nazwano kość złożoną (zwaną również — kością gnykową), umieszczoną w przednim odcinku szyi, a który służy jako punkt oparcia, z jednej strony dla umięśnienia języka a z drugiej dla krtani. Składa się on z pewnej ilości jednostek kostnych mniej lub bardziej luźno ze sobą powiązanych, w których należy wyróżnić — część przednią *(praehyoideum)* i — część tylną *(posthyoideum)* (rys. 109).

W skład części przedniej wchodzą: — część przednia trzonu kości gnykowej oraz te wszystkie elementy kostne, które zwykle obejmujemy pod nazwą — rogu przedniego. Zupełnie podobnie część tylna tworzy: — część tylną trzonu kości gnykowej i t. zw. — róg tylny *(cornu post.)*.

I otóż, powracając do — chrząstki gnykowej *(hyoideum)*, zauważymy, iż powstaje z niej cała część przednia układu gnykowego, a więc część przednia trzonu i wszystkie składniki rogu przedniego (p. kość gnykową).

Budowa części przedniej układu gnykowego *(praehyoideum)* jest u poszczególnych ssaków różna, zasadniczo jednak występują w nim następujące elementy: — *tympanohyale*, — *stylohyale*, — *epihyale*, — *keratohyale* i — *basihyale*. Na tem kończy się rola łuku gnykowego, a w szczególności jej chrząstki gnykowej.

A teraz kilka słów o pochodnych łuków skrzelowych następnych tj. o — łuku I, II i III (łuk IV zanika bez śladu!).

Z — łuku I (wzgl. 3!) powstaje: część tylna układu gnykowego, a więc część tylna trzonu kości gnykowej i róg tylny zwany — *thyreohyale* (rys. 109).

Łuki - II i — III zaspalają się wcześnie w jedną całość i tworzą — chrząstkę tarczowatą *(cartilago thyreoidea)* t. j. jeden ze składników chrząstkowego zrębu krtani.

Celem udostępnienia owych, dosyć zawiłych przeistoczeń, których byliśmy świadkami, uciekniemy się do następującego tabe-

larycznego zestawienia (kości pokrywowe zostały umieszczone w nawiasach):

	Spodouste	ssaki
1) łuk żuchwowy	chrząstka podniebienno-czworoboczna	(wszystkie kości trzewioczaszki za wyjątkiem żuchwy)
	chrząstka żuchwowa	część bębenkowa kości skroniowej, młoteczek, kowadełko, (żuchwa)
2) łuk gnykowy	chrząstka gnykowo-żuchwowa.	strzemionko
	chrząstka gnykowa	część przednia układu gnykowego
3) łuk I	pierwszy łuk skrzelowy właściwy	część tylna układu gnykowego
4) łuk II	drugi łuk właściwy	chrząstka tarczowata.
5) łuk III	trzeci łuk właściwy	
6) łuk IV	czwarty łuk właściwy	nagłośnia (?)

Z powyższego widzimy że:

a) kostki słuchowe (kowadełko, młoteczek i strzemionko) powstają z łuku żuchwowego i z łuku gnykowego;

b) układ gnykowy z łuku gnykowego i z pierwszego łuku właściwego i wreszcie —

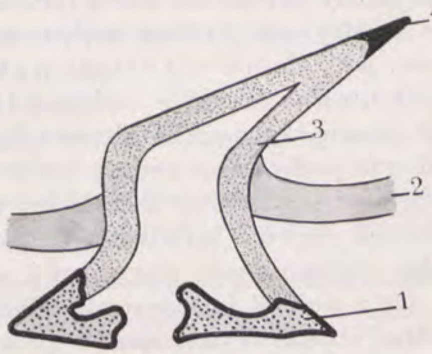
c) chrząstka tarczowata z łuków — II i III

d) nagłośnia (składnik krtani) z łuku IV.

Korzystając ze sposobności, wyjaśnimy już na tem miejscu związek, jaki istnieje między niektóremi nerwami czaszkowemi, a łukami skrzelowemi wzgl. z ich pochodnemi. Jak wiadomo, związek ten umożliwił ongiś przeprowadzenie ścisłej homologizacji niektórych składników czaszki ryb ze składnikami czaszki ssaków. Ze względu na to, iż sprawa ta będzie omówiona jeszcze przy opisie nerwów obwodowych, zadowolimy sie więc tutaj jedynie następującym wykazem:

nazwa łuku:	odpowiadający mu nerw czaszkowy:
1) łuk żuchwowy . . .	nerw trójdzielny (V)
2) „ gnykowy	nerw twarzowy (VII)
3) „ pierwszy	nerw językowogardłowy (IX)
4) „ drugi	nerw błędny (X) i n. dodatkowy (XI), stanowiące razem
5) „ trzeci	t. zw. — *nervus vagoaccessorius*.

2. Kości pokrywowe czaszki. Śledząc rozwój czaszki pierwotnej oraz łuku żuchwowego zdaliśmy sobie sprawę, że z jej podłoża chrząstkowego powstaje li tylko część kości czaszki kostnej. Kości te nazwaliśmy — kośćmi zastępczemi. Oprócz tych bierze jeszcze udział w budowie czaszki liczny zastęp kości pochodzenia zgoła odmiennego. Chodzi o t. zw. — kości pokrywowe zwane również — kośćmi skórnemi. Z samej nazwy wypływa, iż miały one pewien związek ze skórą i że udział ich w budowie czaszki jest zjawiskiem zupełnie wtórnem.



Rys. 110. Schemat budowy zęba skórnego. 1 — płytka podstawna; 2—naskórek; 3—stożek zębowy; 4—szkliwo.

Ażeby zrozumieć znaczenie kości pokrywowych, należy sięgnąć wzrokiem do istot, które posiadają je w formie najpierwotniejszej. Są niemi znowu Spodouste. Otóż, oglądając ich powierzchnię skórną, stwierdzamy że jest ona pokryta licznemi ząbkami, zupełnie zresztą podobnemi do zębów, występujących w jamie ustnej. Nazwano je — zębami skórnemi. Oglądając jeden z tych zębów w przekroju podłużnym widać, że składa się on zasadniczo z dwóch składników — płytki podstawnej i ze — stożka zębowego (rys. 110).

Stożek zębowy ma kształt wysmukłego kolca, wznoszącego się ponad naskórek i utworzony jest przez istotę zbliżoną do tkanki kostnej przez — zębinę. Wierzchołek powleka niezwykle odporny na czynniki zewnętrzne, biały czepiec zwany — szkliwem. Wnętrze zębiny zajmuje obszerna jama wypełniona wiotką, unaczyniową i unerwioną, — miazgą zębową. Ze względu na to, iż wszystkie te trzy składniki stożka (zębina, szkliwo, miazga zębowa) wchodzą również w skład zwykłych zębów jamy ustnej (zębów szczękowych!), a przeto nazwa zębów skórnych znajduje całkowite usprawiedliwienie.

Co się tyczy — płytki podstawnej, tego drugiego składnika zęba skórnego ryb, to ma ona postać blaszki, tkwiącej głęboko w skórze właściwej (rys. 110). Wspiera się na niej szeroką podstawą powyżej opisany stożek zębowy. Płytka powstaje dzięki bezpośredniemu przeistoczeniu tkanki łącznej włóknistej skóry w tkankę kostną, z zupełnem pominięciem etapu chrząstkowego.

U kręgowców wyższych zęby rozwijają się jedynie w jamie ustnej,

co jednak nie przeszkadza, iż zaczątki zębów skórnych powstają również i w innych okolicach ciała. Mam na myśli przedewszystkiem okolicę głowową. Istotnie, we wczesnych okresach rozwoju osobniczego daje się wykazać obecność licznych zawiązków zębowych w skórze zarówno obszaru mózgowioczaszki jak i trzewioczaszki. Zawiązki te jednak ograniczają się li tylko do płytek podstawnych, pozbawionych ich nadbudowy tj. stożków zębowych. One to, owe płytki, skupiając się i łącząc między sobą, tworzą większe jednostki kostne, które nie są niczem innem jak właśnie — *kośćmi pokrywowemi*. Każdą więc z nich należy uważać za zespół mniejszej lub większej ilości płytek podstawnych zębów skórnych, ściśle ze sobą zespolonych.

Biorąc pod uwagę miejsce ich powstania (skóra!), jest rzeczą zrozumiałą, iż początkowo kości pokrywowe leżą powierzchownie, w miarę jednak rozwoju zarodka wędrują stopniowo wgłąb i wreszcie nakładają się na czaszkę pierwotną i na łuk żuchwowy. Tutaj, zetknąwszy się z kośćmi zastępczemi, wiążą się z niemi w sposób mniej lub bardziej ścisły. W ten sposób powstaje — *sklepienie* dla, szeroko otwartej ku górze, czaszki pierwotnej oraz część kości okolicy nosowej, a więc — *kości pokrywowe mózgowioczaszki*.

Zupełnie podobnie zachowują się kości pokrywowe trzewioczaszki, z tą różnicą jednak, iż zamiast na czaszkę pierwotną, nakładają się one na stopniowo zanikający łuk żuchwowy t. j. na chrząstkę podniebienno-czworoboczną i na chrząstkę Meckela (p. str. 169—170).

A oto zestawienie, które umożliwi zorjentowanie się w pochodzeniu każdej z kości czaszki:

kości zastępcze

(powstałe przez kostnienie śródchrząstkowe czaszki pierwotnej i łuków skrzelowych).

kość klinowa,	kość sitowa,
„ potyliczna,	małżowiny szczękowe,
„ skroniowa (bez łuski!),	kostki słuchowe,

kości pokrywowe

(albo »kości skórne«, utworzone przez zespolenie płytek podstawnych zębów skórnych)

kość międzyciemieniowa,	szczęka,
„ ciemieniowa,	kość międzyszczękowa,
łuska kości skroniowej,	„ skrzydłowa,
kość czołowa,	„ jarzmowa,
„ nosowa,	lemiesz,
„ łzowa,	żuchwa.

Jakież dadzą się wysnuć wnioski na podstawie powyższej tablicy? Jeden z nich rzuca się bezpośrednio w oczy: wbrew oczekiwaniu, kości pokrywowe czaszki ssaków są znacznie liczniejsze aniżeli kości zastępcze. Zjawisko to może być wytłumaczone oczywiście tylko niewystar-

czającą ilością materjału kościotwórczego czaszki pierwotnej tak że wobec tego musiały jej przyjść z pomocą kości skórne, posiadające uprzednio zgoła inne zadania.

Dalej zasługuje na uwagę kolumna obejmująca zestawienie kości zastępczych. Analiza ich rozmieszczenia pozwala stwierdzić, iż odpowiada ona dokładnie kształtowi czaszki pierwotnej. Zmianie uległ tylko charakter tkanki: z czaszki chrząstkowej powstała czaszka kostna, rozczłonkowana na szereg jednostek, mniej lub bardziej niezależnych, stanowiących właśnie — kości zastępcze.

3. Czaszka gadów a czaszka ssaków. Ze względu na to że, bądź co bądź, przodków ssaków należy szukać wśród gadów (✝ *Theriodontia* ? p. tom I) byłoby ciekawem stwierdzenie różnic zaszłych u ssaków w obrębie odcinka czaszkowego kośćca. Otóż, w zestawieniu z układem stosunków u gadów, spostrzegamy u ssaków następujące różnice (rys. 111):

1) znaczne zwiększenie mózgowioczaszki, spowodowane przyrostem mózgowia;
2) przesunięcie nozdzy przednich ku przodowi i połączenie ich w jeden nieparzysty — otwór gruszkowaty *(apertura piriformis);*
3) powstanie — podniebienia wtórnego, wywołane utworzeniem blaszek podniebiennych przez kość międzyszczękową, przez szczękę i przez kość podniebienną naskutek czego jama nosowa zostaje na dłuższej przestrzeni zupełnie oddzielona od jamy ustnej a nozdrza tylne *(choanae)* są przesunięte ku tyłowi, w okolicę trzonu kości klinowej;
4) zanik — otworu ciemieniowego *(for. parietale);*
5) naskutek powiększenia mięśnia skroniowego, spowodowanego odmienną techniką przeróbki mechanicznej pokarmu w jamie ustnej, ściana boczna dołu skroniowego ulega na znacznej przestrzeni zniszczeniu, a to co z niej pozostaje stanowi — łuk jarzmowy *(arcus zygomaticus)* (rys. 106), odpowiadający grosso modo »łukowi jarzmowemu górnemu« gadów;
6) szczęka rozrasta się ku górze a wdole tworzy mocny wyrostek zębodołowy, kryjący w swem wnętrzu korzenie zębów;
7) listewka kostna, odgraniczająca oczodół od dołu skroniowego ulega uwstecznieniu, naskutek czego obydwie te okolice ulegają połączeniu u ssaków pierwotnych. Odgraniczenie oczodołu od dołu skroniowego, które można stwierdzić u ssaków wyższych *(Artiodactyla, Equidae, Primates)* jest objawem wtórnym;
8) kość międzyszczękowa wzrasta ku górze i układa się bocznie od otworu gruszkowatego;
9) kości nosowe przesuwają się ponad i ku tyłowi od otworu gruszkowatego uzyskując jedną krawędź wolną (rys. 111);
10) kość jarzmowa bierze udział w budowie łuku jarzmowego i przesuwa się pod oczodół (rys. 106);
11) *parasphenoideum* gadów przekształca się w — lemiesz *(vomer)* a *epipterygoideum* w — skrzydło skroniowe *(ala temporalis)* kości klinowej;
12) ilość kości, biorących udział w budowie czaszki, ulega wydatnemu zmniejszeniu przez zanik szeregu jednostek kostnych *(praefrontale, postfrontale, postorbitale, transversum* i t. d., rys. 111);

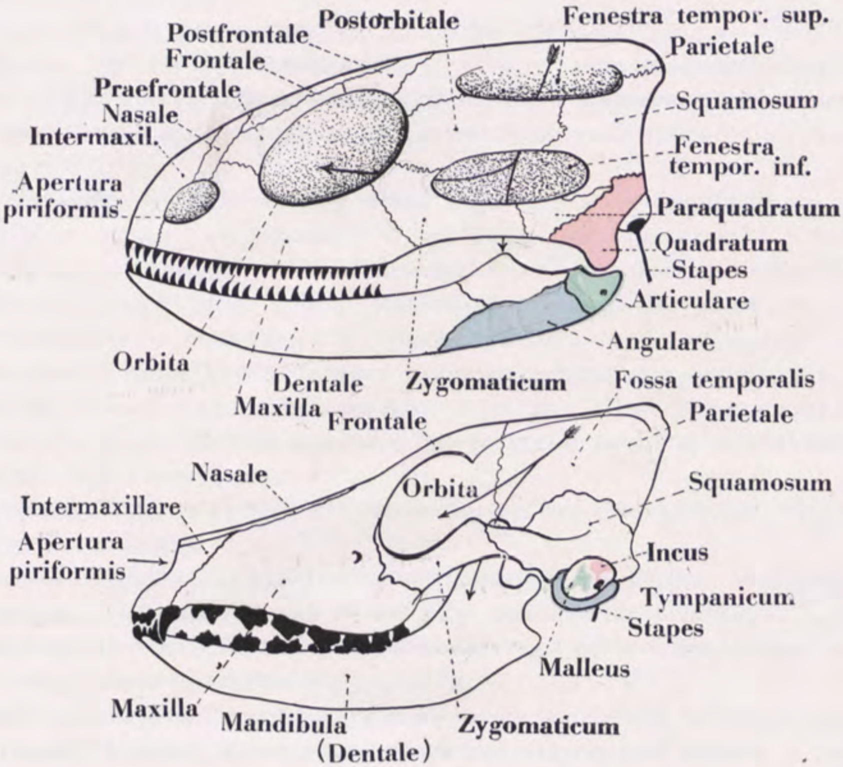
13) z połączenia jednokłykciowego czaszkowo-kręgosłupowego powstaje połączenie dwukłykciowe;
14) *prooticum* przekształca się w — kość skalistą *(petrosum)* a — *opisthoticum* w — część sutkową kości skroniowej *(mastoideum)*;
15) żuchwa składa się tylko z jednej kości — *dentale* gadokształtnych, tworzącej w swej części tylnogórnej dwa samoistne wyrostki: — wyrostek skroniowy wywołany przyczepem mięśnia skroniowego i — wyrostek stawowy, zestawiający się z czaszką za pośrednictwem łuski kości skroniowej *(squamosum)*;
16) z pozostałych składników żuchwy gadów część ginie (rys. 111), inne zaś wchodzą w skład narządu słuchowego. I tak z — *articulare* powstaje — młoteczek *(malleus)* a z — *angulare* — część bębenkowa kości skroniowej *(tympanicum)*, stanowiąca oparcie dla błony bębenkowej oraz ścianę boczną (a niekiedy i dolną) ucha środkowego;
17) kość czworoboczna *(quadratum)*, wchodząca u gadów w skład ściany czaszkowej, ulega u ssaków znacznemu zmniejszeniu i uwolnieniu ze związku z kośćmi podstawy czaszki przemieszczając się w obręb ucha środkowego (jamy bębenkowej), tworząc tam jedną z kostek słuchowych — kowadełko *(incus)* (rys. 109 i 111);
18) naskutek uwstecznienia kości czworobocznej, pierwotny staw żuchwowy łączący *articulare* żuchwy z kością czworoboczną, ustępuje miejsce stawowi żuchwowemu wtórnemu, w którym *dentale* zestawia się z łuską kości skroniowej *(squamosum)*;
19) ucho środkowe czyli — jama bębenkowa *(cavum tympani)* przesuwa się dośrodkowo wchodząc w obręb podstawy czaszki.

Jak pisze A. S. Romer (1933): *historja kostek słuchowych jest jednym z najlepszych przykładów przeistaczania się czynnościowego kości u kręgowców.*

W samej rzeczy składniki te stanowiły u żarłaczy elementy narządu szczękowego, a ongiś były częściami łuków skrzelowych. Pomocnicze narządy oddechania przekształciły się w narządy służące do miażdżenia pokarmu i wreszcie weszły u ssaków w skład narządu słuchowego.

4. Budowa kości czaszkowych. Podobnie jak i w innych częściach ciała i w kościach czaszki rozróżniamy dwie zasadnicze postacie tkanki kostnej: położoną nazewnątrz — istotę zbitą *(subst. compacta)* oraz umieszczoną wewnątrz — istotę gąbczastą *(subst. spongiosa)*, zwaną tutaj — śródkościem *(diploë)*. Ze względu na swoistą u większości kości czaszki budowę płytkowatą, istota spoista przybiera kształt blaszek, z których jedna położona nazewnątrz a więc podokostnowo nosi nazwę — blaszki zewnętrznej *(lamina ext.)* natomiast druga, powlekająca śródkoście od strony jamy czaszkowej, stanowi — blaszkę wewnętrzną *(lamina int. s. lamina vitrea)*.

Z dwóch owych blaszek — blaszka zewnętrzna jest stale grubsza, przyczyna czego stanie się zrozumiałą jeżeli zechcemy uświadomić sobie, iż zwłaszcza jeżeli chodzi o kości mózgowioczaszki, to można je uważać za wycinki ścian zbiornika, którego wnętrze jest wypełnione



Rys. 111. Zestawienie budowy czaszki — g a d a (rysunek górny) z budową czaszki — s s a k a (rysunek dolny). Obydwa rysunki zostały przedstawione w znacznem uproszczeniu.

Zwrócić szczególną uwagę na stosunki — o t w o r u g r u s z k o w a t e g o *(apertura piriformis)*, — o c z o d o ł u *(orbita)*, — d o ł u s k r o n i o w e g o *(fossa temporalis)*, — o k o l i c y s ł u c h o w e j *(regio auditiva)*. Strzałki oznaczają połączenia dołu skroniowego z oczodołem. Niemniej ważną jest również odmienna budowa — ż u c h w y *(dentale; mandibula)* i — s t a w u ż u c h w o w e g o t. j. połączenia żuchwy z czaszką.

przez mózgowie i liczne naczynia wywierające pewne parcie nazewnątrz. W tych warunkach, oczywiście, każda z kości, i tak posiadająca kształt wypukłej nazewnątrz skorupy, dąży do jeszcze większego wygięcia, czemu przeciwstawia się właśnie owa odporna blaszka zewnętrzna. Ona to »pracuje« przez wyciąganie przeciwstawiając się zmianie kształtu całej kości, w czem pomocnem jej być może częściowo i śródkoście.

W warunkach prawidłowych znaczenie cienkiej blaszki wewnętrznej jest bardzo ograniczone i tylko w przypadkach uderzeń idących od zewnątrz, a przedewszystkiem ciosów spłaszczających czaszkę, chroni ona (często z wynikiem niedostatecznym!) mózgowie przed urazem.

Co się tyczy śródkościa, to grubość jego jest ściśle uzależniona od warunków statycznych, panujących w danym punkcie czaszki. I tak, w miejscach wystawionych na działanie sił mięśniowych lub innych, śródkoście stanowi dość grubą warstwę, natomiast w »punktach mechanicznie martwych«, ogranicza się ono do wąskiego pasemka lub też może być zastąpione przez przestrzenie wypełnione powietrzem, zwane — jamami powietrznemi albo pneumatycznemi, których punkt wyjścia znajduje się w jamie nosowej a niekiedy i w jamie bębenkowej.

Wyjątkowo silnie zpneumatyzowanemi kośćmi czaszkowemi odznaczają się Słoniowate!

Nadmienić należy, iż kości ssaków drobnych (*Muridae, Soricidae, Chiroptera, Talpidae* i t. d.) są zreguły pozbawione śródkościa i że wobec tego obydwie blaszki istoty zbitej zlewają się w jedną, jednostajną, cienką, nawpół przezroczystą, płytkę.

Poza grubością zasługuje ponadto na uwagę i przebieg beleczek, który wykazuje typowy układ znany w budownictwie pod nazwą — budowy kratownicowej, w której beleczki, w przebiegu swym od blaszki zewnętrznej do blaszki wewnętrznej, wzajemnie się krzyżują.

5. Klasyfikacja kości czaszkowych. Jak widzieliśmy kości, wchodzące w skład czaszki, posiadają pochodzenie bardzo odmienne. Część ich rozwija się na podłożu chrząstkowem, są to — kości zastępcze (Z) inne są tworami skórnemi, są więc — kośćmi pokrywowemi (P) i wreszcie niektóre z nich powstają przez połączenie kości zastępczych z kośćmi pokrywowemi, a przeto zasługują na nazwę — kości mieszanych (ZP). Za klasyczny przykład kości mieszanych może służyć — kość skroniowa utworzona, przez zespolenie trzech kości zastępczych (część skalista, część sutkowa i część bębenkowa) z jedną kością pokrywową (łuska kości skroniowej).

Na szczególną uwagę zasługują — kości złożone. Pod nazwą tą należy rozumieć kości, powstałe przez zespolenie pewnej ilości jednostek kostnych, pier-

wotnie zupełnie niezależnych. Zcalenie to ma miejsce naskutek zacierania się (p. niżej) szwów kostnych, oddzielających poszczególne kości, i trwa poprzez okres całego życia, dzięki czemu ilość kości czaszkowych u osobników młodych jest zawsze znacznie większa, aniżeli u ssaków dorosłych. Zaznacza się to jeszcze bardziej w wieku późnym kiedyto większość kości, łącząc się ściśle między sobą, tworzy mniej lub bardziej jednolitą puszkę kostną, w której granice poszczególnych kości są trudne do uchwycenia. Wypływa stąd praktyczny wniosek iż najwygodniejszym materjałem do dokładnego zaznajomienia się z budową poszczególnych kości, są czaszki ssaków młodych.

Poniżej załączony wykaz kości, tyczy się stanu rzeczy u osobników dorosłych. Ma on na celu, już na wstępie, zaznajomienie z wartości morfologiczną poszczególnych składników czaszkowych.

Kości mózgowioczaszki	Kości trzewioczaszki
(W nawiasach umieszczona liczba 2 oznacza kość parzystą; Z — kość zastępcza, P — kość pokrywowa, ZP — kość mieszana)	
1) Kość klinowa (Z),	1) Szczęka (2; P),
2) „ potyliczna (Z),	2) Kość międzyszczękowa (2; P),
3) „ międzyciemieniowa (P),	3) „ nosowa (2; P),
4) „ ciemieniowa (2; P),	4) małżowina szczękowa (2; Z),
5) „ czołowa (2; P),	5) kość łzowa (2; P),
6) „ sitowa (2; P),	6) „ jarzmowa (2; P),
7) „ skroniowa (2; ZP).	7) „ podniebienna (2; P),
	8) „ skrzydłowa (2; P),
	9) lemiesz (Z; P),
	10) żuchwa (P).

6. Szwy kostne. Szwami *(suturae)* nazwano więzozrostowe połączenia kości czaszki. Są to stawy pełne, w których istotą łączącą, stykające się krawędzie kości, jest tkanka łączna włóknista. U ssaków młodych tkanka ta występuje obficie zwłaszcza w punktach zetknięcia się trzech lub większej ilości zaczątków kostnych tworząc tam mniej lub bardziej rozległe pola łącznotkankowe zwane — ciemiączkami *(fonticuli)*. U wczesnych płodów ilość ciemiączek jest znaczna, przyczemześrodkowywują się one głównie w okolicy sklepieniowej i bocznej czaszki. Zpośród ciemiączek najważniejszych wymienimy: — ciemiączko ciemieniowopotyliczne *(fonticulus occipito-parietalis)*, przedzielające łuskę kości potylicznej od kości ciemieniowych i — ciemiączko czołowociemieniowe *(fonticulus fronto-parietalis)*, położone między kośćmi ciemieniowemi.

Znaczenie ciemiączek jest wielkie, umożliwiają one bowiem rozrost czaszki oraz ułatwiają przejście główki płodu poprzez obręcz miedniczną samicy w czasie porodu. Z biegiem czasu (u człowieka stosunkowo późno!) owa tkanka łączna spajająca staje się coraz skąpsza, a to naskutek zbliżania się sąsiadujących kości, i wreszcie u osobników dorosłych,

ogranicza się do znikomo cienkiej warstewki stanowiącej właśnie — szew.

W wieku starszym wszystkie szwy wykazują większą lub mniejszą skłonność do zacierania się t. j. do przeistaczania się w kościozrosty, końcowym wynikiem czego jest zespolenie się składników czaszki w jedną niepodzielną puszkę kostną. Zarówno — położenie jak i — kierunek, a przedewszystkiem — budowa szwów, mam na myśli sposób zachowania się spotykających kości, bywają bardzo odmienne, a to w ścisłym związku z różnorodnością warunków mechanicznych, panujących w poszczególnych punktach czaszki u tego osobnika i wśród różnych gatunków. W grę wchodzić mogą tutaj czynniki następujące: sposób i siła nagryzania pokarmu, parcie mózgowia, ciśnienie wywierane przez narostki siła, mięśni karkowych i t. p.

Klasyfikacja szwów, podawana przez większość autorów, jako zaczerpnięta ze stosunków zachodzących tylko u człowieka, nie odpowiada potrzebom zooanatomji, a przeto jestem zmuszony przedstawić tutaj podział oparty na badaniach własnych.

Otóż, w zależności od ukształtowania schodzących się krawędzi kostnych, wszystkie szwy ssaków dadzą się sprowadzić do typów następujących:

1) Szew harmoniczny *(sutura harmonia)* występuje dosyć często w trzewioczasce i charakteryzuje się tem, że sąsiadujące krawędzie kości spotykają się powierzchniami gładkiemi, ustawionemi prostopadle w stosunku do powierzchni czaszki (np. szew międzynosowy u Psowatych) (rys. 112A).

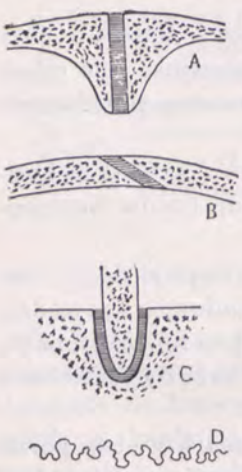
2) W — szwie łuskowatym *(sutura squamosa)* krawędź górna jednej kości zachodzi na krawędź dolną kości położonej powyżej. Podobnie jak i w szwie harmonicznym połączenie tego rodzaju zapewnia stosunkowo małą wytrzymałość na rozerwanie i jest przedewszystkiem wyrazem parcia kości dolnej na kość górną, co stwierdzamy n. p. w szwie ciemieniowo-skroniowym wszystkich ssaków, a ponadto w szwie potyliczno-ciemieniowym *(sut. lambdoidea)* Świniowatych (rys. 112B).

3) Szew dachówkowaty *(sutura tegmentalis R. P.)* posiada zasadniczo budowę zbliżoną do budowy szwu łuskowatego, w obydwóch bowiem typach płaszczyzna szwu jest ustawiona ukośnie w stosunku do powierzchni czaszki, z tą różnicą jednak, iż podczas gdy w szwie łuskowatym, jak widzieliśmy, krawędź górna kości dolnej nakrywa krawędź dolną kości górnej, w szwie dachówkowatym rzecz się ma wprost przeciwnie: krawędź dolna kości położonej powyżej zasłania

krawędź górną kości dolnej (n. p. odcinek boczny szwu czołowo-ciemieniowego wielu ssaków).

4) Szew ząbkowy *(sutura serrata)* cechuje obecność drobnych ząbków pokrywajacych stykające się krawędzie kości i zazębiających się między sobą, zupełnie na podobieństwo palców jednej ręki wtłoczonych między palce ręki drugiej (rys. 112D). Zazwyczaj ząbki są silniej rozwinięte po stronie zewnętrznej kości, dzięki czemu szew ząbkowany, oglądany na powierzchni zewnętrznej czaszki posiada przebieg mniej lub bardziej falisty (zazębiony), od strony zaś jamy czaszkowej często widnieje pod postacią linji prostej (przykład: szew międzyciemieniowy człowieka).

5) Szew blaszkowaty *(sutura lamellaris R. P.)*. W szwie blaszkowatym, należącym do szwów najczęściej spotykanych u ssaków czworonogich, krawędzie kostne są wyposażone w znaczną ilość równolegle ułożonych występów — blaszek, przedzielonych szczelinami, wypełnionemi przez blaszki kości sąsiadującej.



Rys. 112. Cztery główne postacie szwów kostnych.

W zależności od kierunku przebiegu owych blaszek możemy rozróżnić trzy zasadnicze postacie szwu blaszkowatego:

a. odmiana prostopadła: blaszki są ustawione prostopadle do powierzchni kości. Jest to — szew blaszkowaty prostopadły *(sut. lamellaris verticalis R. P.)*;

b. szew blaszkowaty łukowaty *(sutura lamellaris arcuata R. P.)* w którym blaszki wykazują wygięcie naskutek których każda z nich składa się z dwóch ramion spotykających się pod pewnym kątem;

c. blaszki są ułożone równolegle do powierzchni kości i ciągną się wzdłuż linji szwu — szew blaszkowaty poziomy *(sutura lamellaris horizontalis* R. P.).

6) Szew klinowaty *(gomphosis)* jest szwem, w którym jedna z kości wklinowywuje się w miąższ kości sąsiadującej zupełnie podobnie jak to ma miejsce z korzeniem zęba tkwiącym w zębodole (rys. 112C).

Rozróżniamy dwie najważniejsze odmiany wklinowania: — szew klinowaty stożkowaty *(gomphosis conica* R. P.) oraz — szew klinowaty blaszkowaty *(gomphosis lamellaris.* R. P.).

Jak z samych nazw wynika, w odmianie pierwszej, kość wdłutowywująca się posiada kształt stożka a w odmianie drugiej postać blaszki. Szew klinowaty występuje dość często, lecz jedynie w trzewioczaszce.

Arthrologja czaszki jest dotychczas stosunkowo bardzo mało posunięta, przypuszczam więc, że badania nad rozwojem osobniczym i rozwojem rodowym mogłyby wnieść dużo światła w tak mało znaną biomechanikę czaszki.

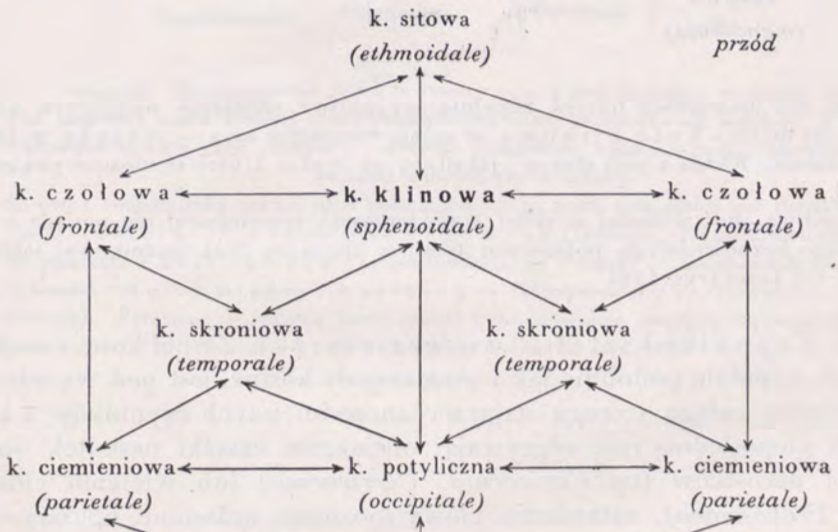
Jak wspomniałem na wstępie, poza samą budową szwów interesuje nas ponadto ich położenie, przebieg oraz czas zacierania się. Gruntowna znajomość budowy szwów znacznie ułatwia rozebranie czaszki na jej części składowe.

7. Topografja kości czaszki. Rozmieszczenie oraz stosunki kości czaszkowych u większości ssaków, są o tyle stałe i typowe, iż dadzą się ująć w pewien plan, ułatwiający w znacznej mierze zorjentowanie się w czaszce jako w całości. To właśnie mają na widoku poniżej załączone djagramy. Pewne, zresztą drobne, odstępstwa, które można dostrzec u Przeżuwaczy, u Waleniowatych, u Pancerzowców i u Słoniowatych dadzą się z łatwością zrozumieć po dokładnem zapoznaniu się z wytycznemi ogólnemi.

Strzałki w poniższych diagramach odpowiadają wzajemnym połączeniom kości.

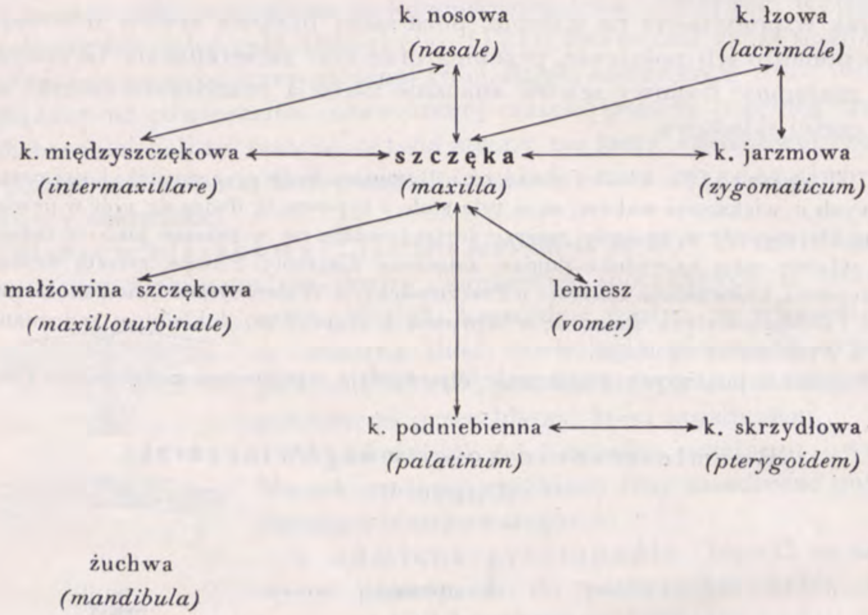
Rozmieszczenie kości mózgowioczaszki.

(Djagram I).



Rozmieszczenie kości trzewioczaszki.

(Djagram II).

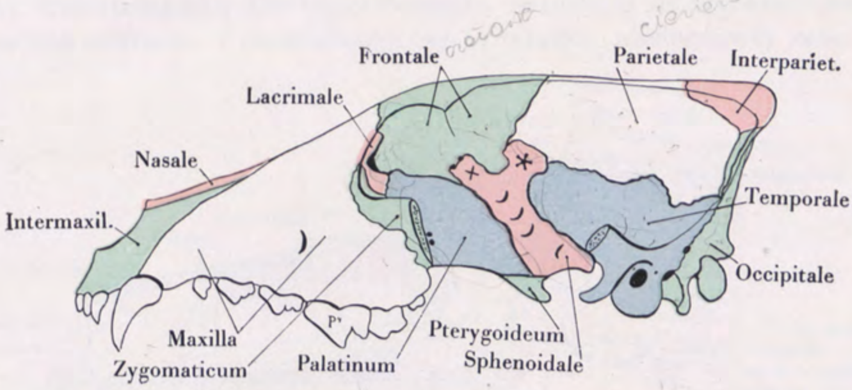


W obu djagramach uderza zupełnie wyjątkowe położenie niektórych kości, mam na myśli:—k o ś ć k l i n o w ą w mózgowioczaszce oraz — s z c z ę k ę w trzewioczaszce. Każda z nich stanowi jakgdyby oś, wokół której są ułożone pozostałe kości.

Żuchwa choć wchodzi w skład trzewioczaszki, temniemniej nie posiada z nią żadnego bezpośredniego połączenia; tem się tłumaczy brak łącznikowej strzałki obok tej kości (rys. 116).

8. C z y n n i k i k s z t a ł t o t w ó r c z e c z a s z k i. Zespół kości czaszkowych, zupełnie podobnie jak i inne zespoły kostne, jest pod wyraźnym wpływem całego szeregu najprzeróżnorodniejszych czynników z których niepoślednią rolę odgrywają: obciążenie czaszki naskutek obecności narostków (np. *Cavicornia, Cervicornia)* lub wielkich ciosów (np. *Proboscidea),* ustawienie głowy (poziome, uniesione, opuszczone), pobyt w środowisku wodnem (np. *Cetacea)* powodujące wydłużenie całej czaszki wraz z zaostrzeniem trzewioczaszki a czemu towarzyszy przesunięcie nozdrzy przednich ku tyłowi.

Niezależnie od wpływów powyższych niezmiernie doniosłą rolę odgrywają ponadto trzy następujące czynniki, których nigdy nie należy

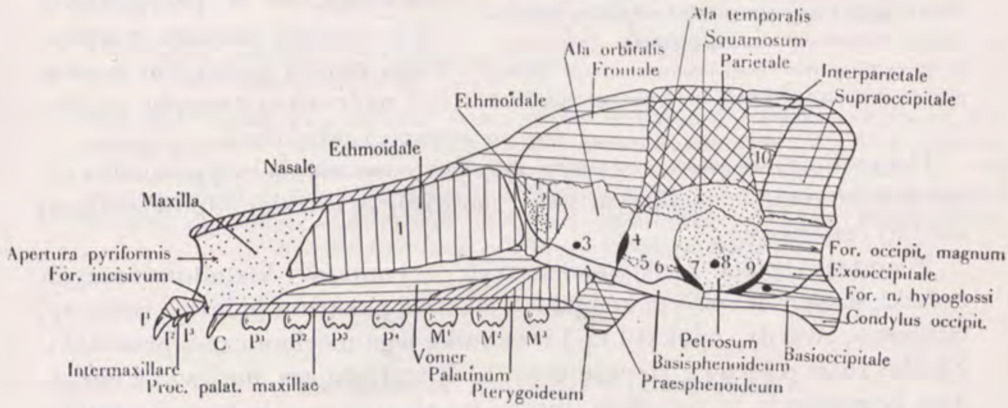


Rys. 113. Rozmieszczenie kości w czaszce — p s a (bez żuchwy!), widzianej zboku. Łuk jarzmowy został usunięty celem uwidocznienia ściany przyśrodkowej oczodołu. P^4 — przedtrzonowiec czwarty czyli »łamacz«; + skrzydło oczodołowe kości klinowej; * skrzydło skroniowe kości klinowej *(sphenoidale)*.

Zarówno budowa całej czaszki jak i poszczególnych jej kości oraz zębów jest charakterystyczna dla M i ę s o ż e r n y c h, a zwłaszcza dla P s o w a t y c h *(Canidae)*. Zwrócić szczególną uwagę na położenie — k o ś c i k l i n o w e j *(sphenoidale)*, jej stosunki do sąsiadujących kości oraz na położenie — k o ś c i m i ę d z y c i e m i e n i o w e j *(interparietale)* i — k o ś c i ł z o w e j *(lacrimale)*. Porównać z budową całej czaszki i rozmieszczenie poszczególnych jej składników u — b o r s u k a *(Meles meles* L.) (rys. 106).

tracić z oczu przy rozpatrywaniu budowy czaszki. Czynnikami temi są: — wielkość mózgowia *(encephalon),* — stan rozwoju narządu powonienia oraz — technika nagryzania pokarmu (rys. 115).

Jeżeli chodzi o mózgowie, to wszak wielkość jego wpływa w stopniu wybitnym na pojemność jamy czaszkowej a przeto wyraża się zewnętrznie wielkością mózgowioczaszki. Wystarczy porównać czaszkę ✝ *Coryphodon hamatum (✝ Amblypoda* p. tom I str. 73) lub czaszkę przedstawiciela Koniowatych (rys. 129) o bardzo słabo rozwiniętej mózgowioczaszce z przedstawicielem *Hominidae* (rys. 137) u których stosunek między trzewioczaszką a mózgowioczaszką przechyla się wyraźnie na korzyść tej ostatniej. I niewiadomo czy to właśnie niedorozwój móz-



Rys. 114. Schemat budowy — czaszki ssaka, widzianej w przekroju podłużnym (żuchwa nie została uwzględniona).

Skróty oznaczają: I^1, I^2, I^3 — siekacze górne, C — kieł, P^1, P^2, P^3, P^4 — przedtrzonowce górne, M^1, M^2, M^3 — trzonowce górne (p. tom I, str. 19!); 1 — blaszka prostopadła k. sitowej; 2 — blaszka sitowa k. sitowej; 3 — otwór wzrokowy; 4 — otwór klinowooczodołowy; 5 — otwór okrągły; 6 — otwór owalny; 7—szczelina poszarpana przednia; 8—otwór słuchowy wewnętrzny; 9 — szczelina poszarpana tylna; 10 — *»os tabulare«.* Wtyle od szczeliny poszarpanej tylnej widnieje okrągły — otwór nerwu podjęzykowego.

gowia nie był przyczyną doszczętnego wyginięcia wymienionych Parzystokopytowców z jednej i rozkwitu ludzkości, naskutek niebywałego rozwoju mózgowia, z drugiej strony.

Niemniej ważnym jest również czynnik powonieniowy. Jak już była wzmianka w części ogólnej zmysł węchu posiada u większości ssaków wprost wyjątkowe znaczenie jako telereceptor wspomagający a niekiedy i zastępujący czynności drugiego ważnego telereceptora, mam na myśli, narząd wzroku. Znaczenie zmysłu powonienia bywa zwykle

niedoceniane a przecież w pewnych warunkach receptor ten jest w stanie oceniać stan rzeczy na takich odległościach, na które wzrok nie sięga. Albo weźmy warunki orjentacji w gąszczach leśnych, na obszarach pagórkowatych, w ciemni nor i jaskiń, lub też gdy wzrost ssaka uniemożliwia mu objęcie szerszych widnokręgów (np. *Insectivora, Rodentia)*.... Więcej! Między narządem wzroku i narządem powonienia daje się często stwierdzić wyraźne zjawisko zastępczości w tem mianowicie znaczeniu, że w przypadkach niedorozwoju narządu wzrokowego można zazwyczaj zauważyć nadrozwój narządu węchowego i odwrotnie.

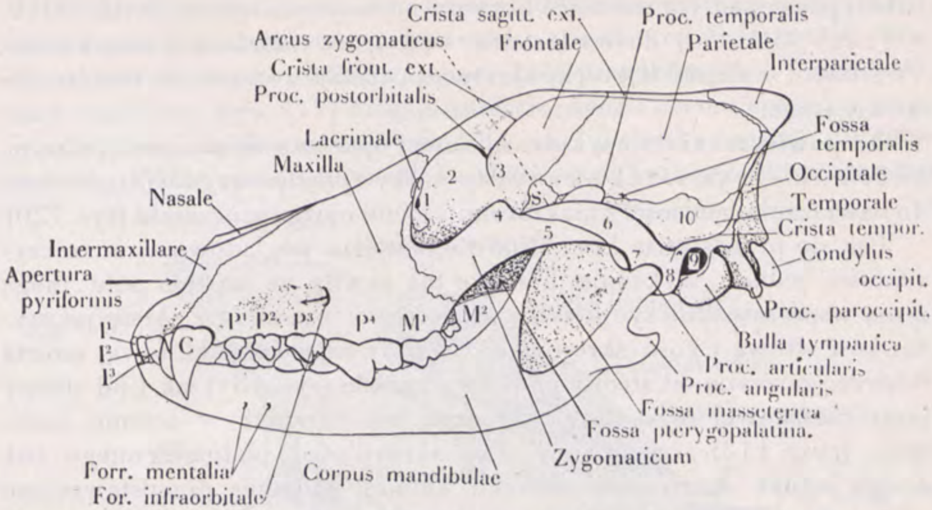


Rys. 115. Schemat budowy czaszki ssaka. Barwą czarną oznaczono główne składniki, wpływające na ukształtowanie całej czaszki (jama czaszkowa — mózgowie; jama nosowa — zmysł powonienie; uzębienie — jakość spożywanego pokarmu).

Oczywiście, że stan rozwoju zmysłu powonienia wypowiada się, między innemi, i wielkością jamy nosowej oraz całej odpowiadającej okolicy czaszkowej.

Pozostaje trzeci z najważniejszych czynników kształtotwórczych czaszki, stojący w ścisłym związku z jakością pokarmu (mięsny, roślinny, mięszany, twardy, miękki i t.p.) i techniką jego mechanicznej przeróbki. Chodzi tutaj o — uzębienie (rys. 115) wpływające, narówni z narządem powonienia, w wysokim stopniu na ukształtowanie trzewioczaszki. Wystarczy pod tym względem porównać chociażby wydłużoną czaszkę przedstawiciela Psowatych (rys. 116), Koniowatych (rys. 129) lub Owadożernych z przykróconą i raczej kulistą czaszką przedstawiciela Kotowatych (rys. 174) albo z czaszką człowieka (rys. 137). We wszystkich tych przypadkach wykładnikiem stanu uzębienia jest budowa zespołu szczękowego (kość międzyszczękowa, szczęka, żuchwa) oraz łuku jarzmowego *(arcus zygomaticus)* tj. owego mostu kostnego, przerzuconego ze szczęki na mózgowioczaszkę i w tym kierunku przenoszącego część ciśnienia doznawanego przez uzębienie w czasie nagryzania pokarmu.

Streszczając powyższe da się zauważyć że z wielkości mózgowioczaszki jest stosunkowo łatwo wyrobić sobie przybliżone pojęcie o stopniu inteligencji danego ssaka, że okolica nosowa stanowi wykładnik znaczenia narządu węchowego w orjentacji przestrzennej i że wreszcie uzębienie (ilość, wielkość, budowa) oraz cała okolica czaszkowa, kształtująca się pod jego wyraźnym wpływem, jest zawsze w stanie poinformować o sposobie odżywiania się i o rodzaju używanego pokarmu.



Rys. 116. Czaszka psa, widziana zboku. Skróty oznaczają: S — *sphenoidale;* I¹, I², I³ — siekacze górne; C — kieł górny; P¹, P², P³, P⁴ — przedtrzonowe górne; M¹, M², — trzonowce górne; 1 — *for. lacrimale;* 2 — *paries med. orbitae s. facies orbitalis os. frontalis;* 3 — *crista postorbitalis;* 4 — *proc. postorbitalis os. zygomatici;* 5 — *proc. temporalis os. zygomatici;* 6 — *proc. zygomaticus os. temporalis;* 7 — *tuberculum articulare;* 8 — *proc. postglenoidalis;* 9 — *porus acusticus ext;* 10 — *squama oś. temporalis.*

1. Kości mózgowioczaszki.

1. Kość klinowa *(sphenoidale s. sphenoideum*[1]*)* jest kością nieparzystą, rozwijającą się z części ośrodkowej czaszki pierwotnej *(cranium primordiale).* Z powyższego wynika, że posiada ona charakter kości zastępczej, że ma kształt miseczkowatej płytki (rys. 120), wygiętej w ten sposób, że powierzchnia jej górna jest wyraźnie wklęsła, powierzchnia zaś dolnoboczna jest wybitnie wypukła i wreszcie że jest umieszczona (»wklinowana«) w części ośrodkowej podstawy czaszki. Dzięki temu zupełnie wyjątkowemu położeniu, kość klinowa łączy się z licznemi kośćmi otoczenia a mianowicie: z kością sitową, z kością czołową, z kością skroniową, potyliczną, podniebienną, z kością skrzydłową, z lemieszem a niekiedy i z kością ciemieniową (p. diagram I i rys. 121).

Kość klinowa nie posiada budowy zwartej. Przeciwnie, wykazuje ona liczne otwory i szczeliny, (rys. 117) przebijające ją nawylot w kie-

---

[1]) Nazwa łacińska pochodzi od wyrazu greckiego — *sfén* = klin.

runku prostopadłym a służące licznym nerwom czaszkowym (II, III, IV, 1/V, 2/V, 3/V, VI) do wydostania się z jamy czaszkowej nazewnątrz. W ścisłym związku z kością klinową pozostaje również tętnica szyjna wewnętrzna.

Od powierzchni dolnej kości klinowej opuszcza się po każdej stronie ku dołowi — wyrostek skrzydłowaty *(proc. pterygoideus)*, służący do nawiązania łączności z niektóremi kośćmi mózgowioczaszki (rys. 120).

Tak się przedstawia kość klinowa w ujęciu poglądowem; w rzeczywistości jednak wykazuje budowę tak zawiłą, że na tem polu mogą z nią współzawodniczyć li tylko dwie kości czaszkowe. Mam na myśli: kość sitową i kość skroniową. Wprawdzie kość klinową można dostrzec zarówno od strony podstawy czaszki (rys. 131) jak i od strony jamy czaszkowej (rys. 121), widoczną jest również w ścianie oczodołu (rys. 113) i w okolicy dołu skrzydłowo-podniebiennego cóż z tego jednak skoro pod różnemi kątami widzenia przedstawia ona zgoła odmienne obrazy, niezmiernie trudno całkujące się w wyobraźni.

A jeżeli do powyższego dodamy jeszcze to, że jak wspomniałem, kość klinowa sąsiaduje z bardzo licznemi kośćmi czaszki i że u ssaków dorosłych liczne jej szwy ulegają zatarciu a przeto granice omawianej kości stają się mało dostrzegalne: trudności piętrzą się tak wielkie, że pokonać je można w zupełności tylko na okazie całkowicie wyosobnionym z czaszki osobnika młodego.

Ale na tem nie koniec! Otóż, kość klinowa, jako taka, nie jest bynajmniej jednostką osteologiczną jednolitą lecz stanowi w rzeczywistości kość złożoną a więc twór powstały ze ścisłego połączenia kilku jednostek kostnych, pierwotnie zupełnie od siebie niezależnych.

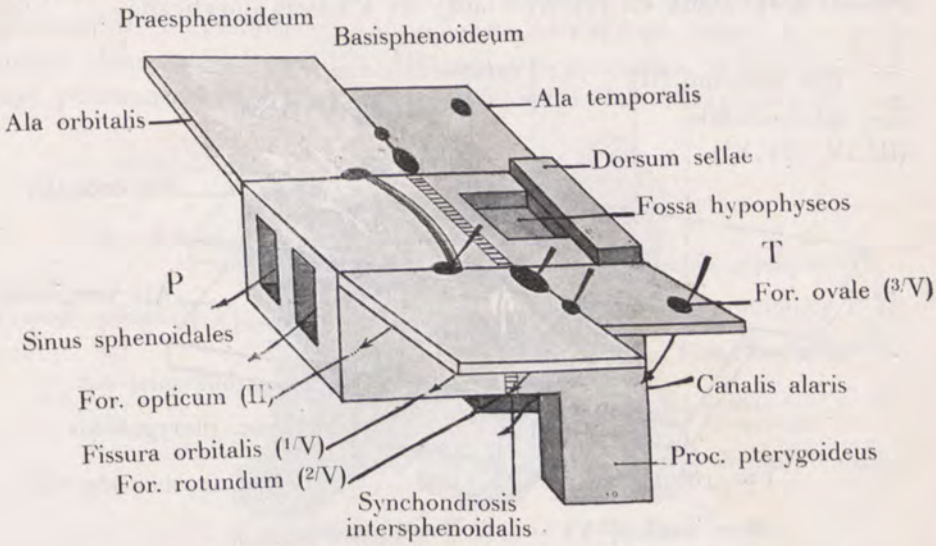
W samej rzeczy analiza rozwoju osobniczego kości klinowej wykazuje, że w skład jej wchodzą dwie zasadnicze i samoistne jednostki kostne: — kość przedklinowa *(praesphenoideum)* od której odchodzi wbok z każdej strony cienka blaszka pozioma zwana — skrzydłem oczodołowem *(ala orbitalis;* syn: *orbitosphenoideum,*[1]) *ala parva)* oraz położona bardziej wtyle — kość podstawnoklinowa *(basisphenoideum)*, wysyłająca wbok tj. na prawo i na lewo poziomą blaszkę kostną, ujmowaną pod nazwą — skrzydła skroniowego *(ala temporalis;* syn: *alisphenoideum,*[2]) *ala magna)* (rys. 117). Wzajemne stosunki wymienionych części uwidaczniają w sposób poglądowy załączone ryciny schematyczne.

---

[1]) Według wszelkiego prawdopodobieństwa *orbitosphenoideum* nie posiada odpowiednika w czaszce gadów, należy więc je uważać za nabytek ssaków.

[2]) *Alisphenoideum* czyli skrzydło skroniowe stanowi według niektórych autorów równoważnik niezależnej kości *epipterygoideum* gadów.

U osobników dorosłych szwy kostne, oddzielające poszczególne składniki, a przedewszystkiem — chrząstkozrost śródklinowy *(synchondrosis intersphenoidalis)*, łączący kość przedklinową z kością podstawnoklinową (rys. 117) ulegają zatarciu dzięki czemu spajają się one w jedną, niepodzielną, całość — kość klinową ostateczną *(os sphenoidale)*. W ten sposób powstałej kości klinowej, kość przedklinowa wraz



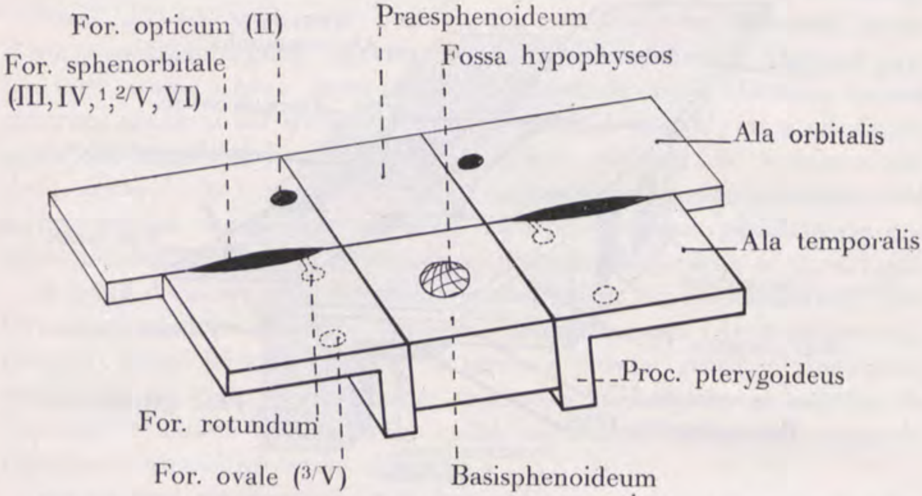
Rys. 117. Schemat budowy kości klinowej, widzianej od strony lewej i nieco od przodu. P — przód; T — tył.

z kością podstawnoklinową tworzą razem część pośrodkową zwaną — trzonem kości klinowej *(corpus os. sphenoidalis)*, wysyłającym na boki — skrzydła oczodołowe *(alae orbitales)* naprzedzie a wtyle — skrzydła skroniowe *(alae temporales)* (rys. 118).

Kość klinowa, jako całość, posiada kształt bardzo nieprawidłowy, dość iż wprost niepodobieństwem jest sprowadzić ją do jakiejkolwiek znanej postaci geometrycznej (rys. 122).

Jest ona jak gdyby »potargana« i w dziwaczny sposób »wystrzępiona«. Temniemniej wygodnie jest ze względów czysto dydaktycznych, porównać ją do jakiegokolwiek przedstawiciela zpośród Siatkoskrzydłych o rospostartych i nieco wzniesionych skrzydełkach (skrzydła oczodołowe, skrzydła skroniowe) i wspartego na odnóżach (wyrostki skrzdłowate) a o tułowiu odpowiadającym trzonowi kości klinowej... Albo też do samolotu, co zostało częściowo uskutecznione na rys. 117. Tego rodzaju uproszczenie umożliwia rozróżnienie w kości klinowej czterech zasadniczych powierzchni: nieco wklęsłej i zwróconej ku górze—

powierzchni mózgowej *(facies cerebralis)*; skierowanej ku dołowi i bocznie lecz równie obszernej — powierzchni zewnętrznej *(facies externa)* i wreszcie dwóch drobnych powierzchni odnoszących się li tylko do trzonu, a z których jedna — powierzchnia nosowa *(facies nasalis)* (rys. 125) jest zwrócona ku przodowi tj. w kierunku do jamy nosowej a — powierzchnia potyliczna *(facies occipitalis)* (rys. 118) spogląda ku tyłowi i łączy się z kością potyliczną.



Rys. 118. Schemat budowy kości klinowej, widzianej od tyłu i nieco zboku.

Jak już z samych nazw wynika powierzchnię mózgową kości można dojrzeć dopiero po usunięciu sklepienia czaszki, natomiast powierzchnia zewnętrzna jest dostrzegalna od strony podstawy czaszki i od strony oczodołu. Co się tyczy pozostałych powierzchni to oczywiście można je uwidocznić dopiero po całkowitem wyosobnieniu kości klinowej z ram sąsiadujących z nią kości (rys. 121).

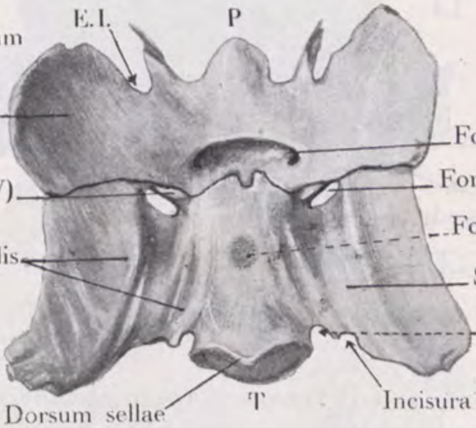
Po tych niezbędnych uwagach przygotowawczych możemy przystąpić do analizy bardziej szczegółowej. Rozbiór rozpoczniemy od przedstawienia budowy kości przedklinowej i kości podstawnoklinowej, które u osobników dorosłych mogą być uważane za odpowiednie — części trzonu *(partes corporis os. sphenoidalis)*.

Część przedklinowa *(praesphenoideum)* czyli odcinek przedni trzonu (rys. 118) graniczy od przodu z blaszką sitową kości sitowej, po bokach ze skrzydłami oczodołowemi, wtyle zaś z częścią podstawnoklinową z którą łączy ją, zczasem kostniejący, — chrząstkozrost śródklinowy *(synchondrosis intrasphenoidalis)* (rys. 119).

Wnętrze kości jest zajęte przez dwie, mniej lub bardziej obszerne

jamy powietrzne (pneumatyczne), prawą i lewą, komunikujące się z jamą nosową. Są to t. zw. — zatoki klinowe *(sinus sphenoidales*[1]*)* (rys. 125). Przedziela je strzałkowo ustawiona, raczej cienka, — przegroda zatokowa *(septum sinuum)*.

Powierzchnia mózgowa części przedklinowej ma kształt nieprawidłowej, ułożonej mniej więcej poziomo, blaszki czworobocznej, którą przecina ciągnący się poprzecznie ku otworom wzrokowym, bardzo różnorodnie wykształcony, — rowek nerwów wzrokowych *(sulcus chiasmatis)* (rys. 119). Długość owego rowka, w którem znajdują pomieszczenie nerwy wzrokowe wzgl. ich skrzyżowanie, jest



Rys. 119. Kość klinowa konia, widziana od góry. P — przód; T — tył; E.I — wcięcie sitowe.

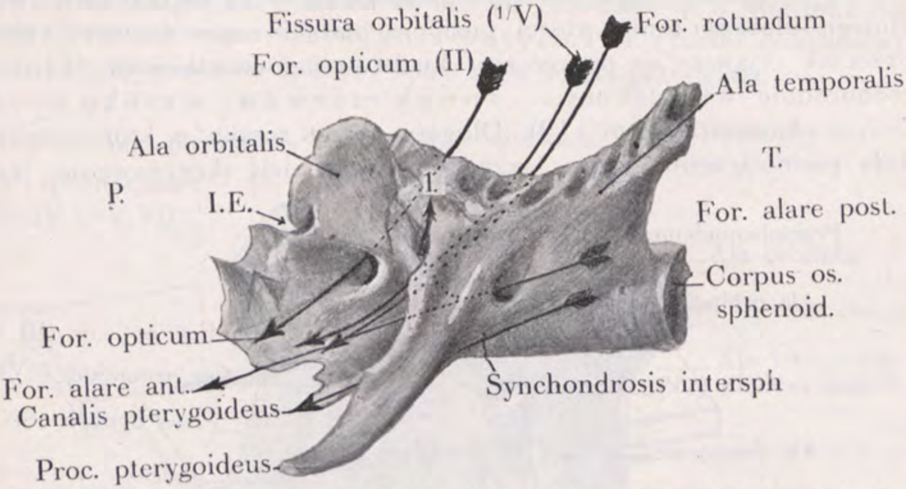
oczywiście współmierna do odległości między obu otworami wzrokowemi, co nam tłumaczy że np. u *Leporidae*, wykazujących tylko jeden wielki otwór wzrokowy, rowek, jako taki, nie występuje.

Ku przodowi od rowka nerwów wzrokowych część przedklinowa wyciąga się niekiedy pod postacią — kolca klinowego *(spina sphenoidalis.* R. P.), wtłaczającego się w obręb blaszki sitowej kości sitowej (rys. 125). Bardzo dobrze wyrażony kolec znajdujemy u *Bovinae* i u *Carnivora*.

Do szczegółów budowy również nie uwzględnianych w odnośnem piśmiennictwie należą dalej — skrzydła sitowe *(alae ethmoidales.* R. P.). Są to dwie cienkie blaszki kostne, odchodzące od powierzchni zewnętrznej części przedklinowej, i kierujące się stąd w płaszczyznach strzałkowych ku przodowi *(Carnivora, Bovinae)* lub ku dołowi *(Leporidae)* na spotkanie z kością sitową i z kością czołową. Ograniczają

[1]) U wielu ssaków drobnych oraz u *Caprinae* zatok klinowych brak.

one od zewnątrz światło zatok klinowych i są wyjątkowo silnie wyrażone u Zającowatych. U *Bovinae* (rys. 125) kształt i położenie skrzydeł sitowych przypomina bardzo wyrostki skrzydłowate, przydzielone, jak zobaczymy, do części podstawnoklinowej.



Rys. 120. Kość klinowa — k o n i a, widziana od strony lewej. P = przód; T = tył kości; I. E. — wcięcie sitowe; 1 otwór skrzydłowy mały.

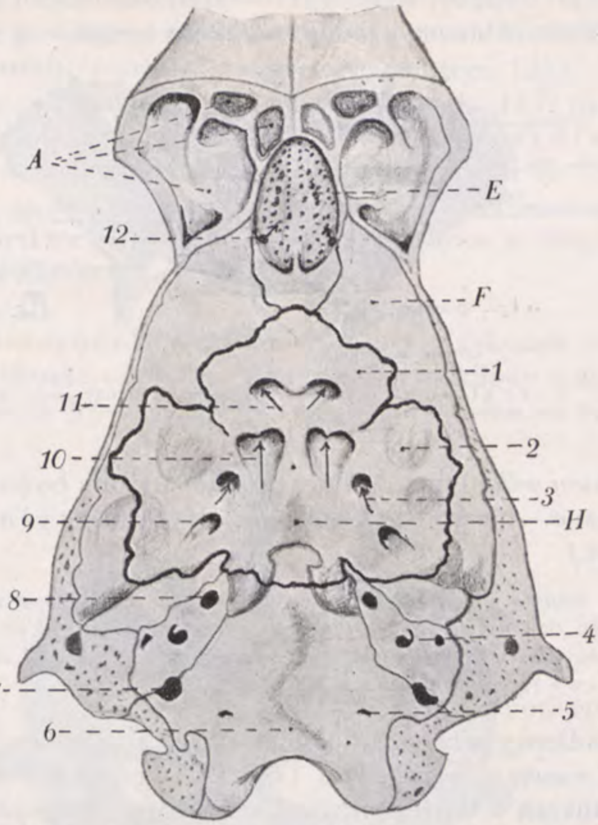
C z ę ś ć p o d s t a w n o k l i n o w a *(basisphenoideum)* stanowi odcinek tylny trzonu kości klinowej (rys. 118). Znajduje się ona między częścią przedklinową, skrzydłami skroniowemi i częścią podstawną kości potylicznej jak to widzimy na rys. 117 i na załączonym diagramie.

D i a g r a m r o z m i e s z c z e n i a s k ł a d n i k ó w k o ś c i k l i n o w e j.

ethmoidale.
ala ethmoidalis. *ala ethmoidalis.*
↕ ↕
ala orbitalis ↔ *praesphenoideum* ↔ *ala orbitalis*
↕
ala temporalis ↔ *basisphenoideum* ↔ *ala temporalis*
↕ ↕
proc. pterygoideus *occipitale* *proc. pterygoideus*

Między kością potyliczną i częścią podstawnoklinową widnieje, dobrze wyrażony u osobników młodych, — c h r z ą s t k o z r o s t k l i n o w o p o t y l i c z n y *(synchondrosis sphenooccipitalis)*, wykazujący skłonność, podobnie jak większość innych chrząstkozrostów, do przeistoczenia się zczasem w kościozrost (rys. 121). Z chwilą tą kość klinowa

zespala się ściśle z kością potyliczną w twór jeszcze bardziej złożony zwany — kością potylicznoklinową *(os sphenooccipitale).*



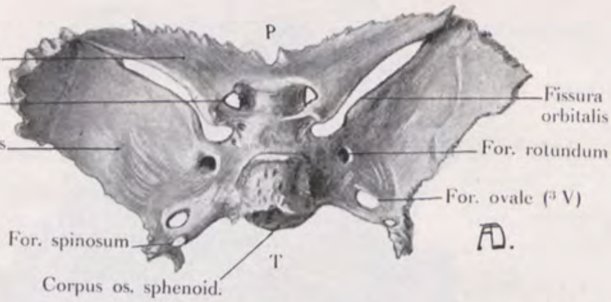
Rys. 121. Podstawa wewnętrzna czaszki *(basis cranii int.)* psa, widziana po usunięciu sklepienia czaszki.
A — *sinus frontalis;* E — *lamina cribrosa;* H — *fossa hypophyseos;* F — *frontale;* 1 — *ala orbitalis;* 2 — *ala temporalis,* 3 — *for. rotundum;* 4 — *porus acusticus int.;* 5 — *for. n. hypoglossi;* 6 — *pars basilaris os. occipitalis;* 7 — *for. lacerum post.;* 8 — *canalis caroticus;* 9 — *for. ovale;* 10 — *fissura orbitalis;* 11 — *for. opticum;* 12 — *for. ethmoidale med.*
Obszar zajęty przez kość klinową został obwiedziony grubą linją.

Na powierzchni mózgowej części podstawnoklinowej widnieje w części pośrodkowej — dół przysadkowy *(fossa hypophyseos)* (rys. 118), służący do pomieszczenia przysadki mózgowej[1]). Dół ów jest wy-

[1]) Bardzo swoiście przedstawia się budowa dołu przysadkowego u Stekowców i u Torbaczy. Otóż, dół ten przybiera u nich postać niezwykle głęboko wyżłobionego, podłużnego zagłębienia, u końca tylnego którego widnieją dwa symetryczne otwory, z których każdy prowadzi do obszernego — przewodu szyjnotętniczego *(canalis caroticus),* przebijającego nawylot część podstawnoklinową. Jak zobaczymy poniżej u *Monodelphia* tętnica szyjna wewn. przeciska się przez szparę oddzielającą część podstawnoklinową i skrzydło skroniowe z jednej strony od części skalistej kości skroniowej z drugiej.

jątkowo głęboki u *Leporidae*, aczkolwiek jest dobrze wyrażony także u *Hominidae*, u *Primates*, u *Carnivora* i u *Suidae* (rys. 126).

Ogranicza go od tyłu silnie wyrażona u Naczelnych i u Mięsożernych poprzecznie ustawiona, pionowa blaszka kostna — g r z b i e t s i o-



Rys. 122. K o ś ć k l i n o w a człowieka, widziana od strony jamy czaszkowej. P — przód; T — tył.

d e ł k a *(dorsum sellae)* (rys. 117) często zaopatrzony bo bokach w drobne guzki zwane — w y r o s t k a m i p o c h y ł e m i t y l n e m i *(procc. clinoidei post.)*

U niektórych ssaków a między innemi u *Hominidae* część przedklinowa wysyła ku tyłowi, a więc w kierunku dołu przysadkowego drobne — w y r o s t k i p o c h y ł e p r z e d n i e *(procc. clinoidei ant.)*, do których mogą się dołączyć ponadto jeszcze niklejsze — w y r o s t k i p o c h y ł e ś r o d k o w e *(procc. clinoidei med.)*.

Dół przysadkowy wraz z grzbietem siodełka bywają ujmowane zazwyczaj pod nazwą — s i o d e ł k a t u r e c k i e g o *(sella turcica)*.

W przypadkach schorzeń przysadki mózgowej *(hypophysis cerebri)* siodełko tureckie ją obejmujące może być przedmiotem, niezwykle trudnego pod względem technicznym, zabiegu chirurgicznego. Łatwo sobie wyobrazić, że jedyną drogą prowadzącą do siodełka tureckiego jest jama nosowa, i że osiągnąć przysadkę mózgową można dopiero po zniszczeniu stosunkowo grubej części podstawnoklinowej.

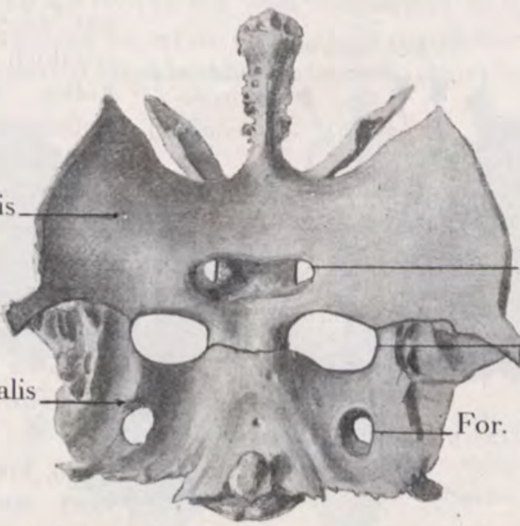
U *Leporidae*, niekiedy jednak i u innych ssaków (np. u *Hominidae)*, widnieje na dnie dołu przysadkowego niewielki otwór przebijający trzon kości klinowej w kierunku pionowym. Jest to — p r z e w ó d c z a s z k o w o g a r d ł o w y *(canalis craniopharyngeus Landzert* 1868), stanowiący pozostałość po t. zw. kieszonce Rathego, biorącej udział w budowie przysadki mózgowej.

T r z o n k o ś c i k l i n o w e j *(corpus os. sphenoidalis)*, czyli część przedklinowa i część podstawnoklinowa razem wzięte, ma najczęściej postać mniej lub bardziej wydłużonego, grubego walca położonego poziomo w części pośrodkowej podstawy czaszki (rys. 120).

Powierzchnia zewnętrzna (dolna) trzonu bywa zazwyczaj w pewnej mierze zamaskowana przez przymocowywującą się do niej jedną z kości trzewioczaszki, mam na myśli, — lemiesz *(vomer)*. U Naczelnych w związku ze skróceniem podstawy czaszki, trzon kości klinowej jest krótki i ma kształt nieprawidłowego sześcianu (rys. 122).

Trzon, jako całość, jest niejako zawieszony (rys. 117) na dwóch parach skrzydeł, z których para przednia czyli — skrzydła oczodołowe wiążą się z częścią przedklinową a para tylna tj. — skrzydła skroniowe są przydzielone do części podstawnoklinowej. Wzajemny układ stosunków jest przedstawiony poglądowo w diagramie budowy całej kości klinowej.

Skrzydło oczodołowe *(ala orbitalis)* ma kształt cienkiej lecz dość szerokiej blaszki, odchodzącej od części przedklinowej ukośnie wbok i nieco ku górze (rys. 117). W skrzydle oczodołowem rozróżniamy:



Rys. 123. Kość klinowa krowy, widziana od strony jamy czaszkowej.

jedną powierzchnię zwróconą ku górze, a więc wchodzącą w skład ograniczenia jamy czaszkowej i drugą skierowaną bocznie a biorącą udział w budowie ściany przyśrodkowej oczodołu i dołu skroniowego (rys. 124).

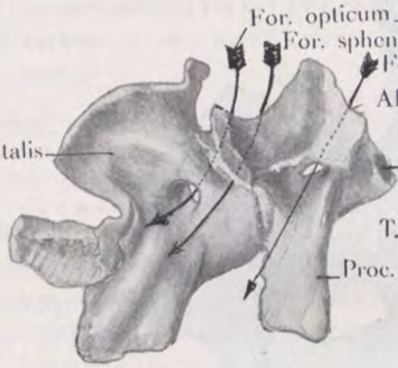
U większości ssaków skrzydło oczodołowe przewyższa rozmiarami skrzydło skroniowe, u *Leporidae* jednak obydwa skrzydła są w przybliżeniu tej samej wielkości, natomiast u *Primates* i u *Hominidae* (rys. 122) stosunki przedstawiają się wręcz odwrotnie: naskutek potężnego

rozwoju mózgowia skrzydło skroniowe staje się znacznie większe (»skrzydło wielkie«, »*ala magna*«) aniżeli skrzydło oczodołowe (»skrzydło małe«, »*ala parva*«).

W miejscu połączenia skrzydła oczodołowego z częścią przedklinową zarysowywuje się po każdej stronie obszerny — otwór wzrokowy (*for opticum;* n. II), prowadzący z jamy czaszkowej do oczodołu (rys. 123). Służy on do pomieszczenia nerwu wzrokowego (stąd nazwa!) a ciągnie się doń wspomniany powyżej rowek nerwów wzrokowych.

U Zającowatych i u niektórych innych Gryzoni, naskutek dośrodkowego zsunięcia oczodołów, obydwa otwory wzrokowe zlewają się ze sobą w jeden nieparzysty otwór wspólny a nasady skrzydeł sitowych są przebite dużym — otworem międzyoczodołowym (*for. interorbitale* R. P.) który, jak z samej nazwy wynika, łączy między sobą obydwa oczodoły i jest w ścisłym związku z otworem wzrokowym.

Przy wyszukiwaniu na czaszce otworu wzrokowego na obszarze oczodołowym należy pamiętać, że jest on umieszczony najwyżej i że jest zpośród innych wielkich otworów okolicy skrzydłowo-podniebiennej (rys. 124) najbardziej wysunięty ku przodowi.



Rys. 124. Kość klinowa krowy, widziana zboku. P — przód; T — tył.

W miejscu połączenia krawędzi przedniej skrzydła oczodołowego z kością czołową widnieje u *Equidae* szerokie wcięcie (niekiedy dwa), które z podobnem wcięciem występującem na krawędzi tylnej kości czołowej tworzą razem drobny — otwór sitowy (*for. ethmoidale*) poprzez który przenika z oczodołu do jamy czaszkowej nerw sitowy (rys. 119). U innych ssaków, mam na myśli: *Suidae, Bovidae* a często i *Carnivora,* otwór sitowy znajduje się zupełnie w obrębie kości czołowej a u *Hominidae* leży w szwie czołowositowym (*sut. frontoethmoidalis*).

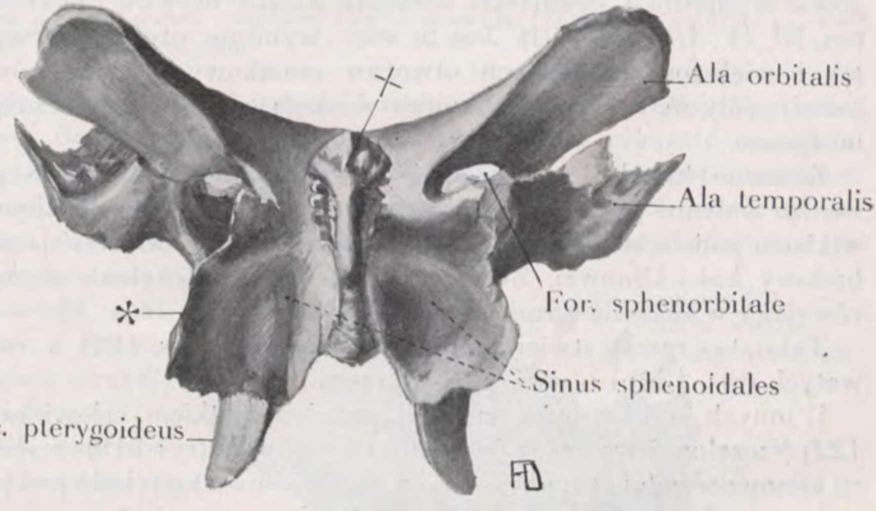
Ściśle rzecz biorąc otwór sitowy ma postać nader krótkiego przewodu, rozpoczynającego się na ścianie przyśrodkowej oczodołu — otworem sitowym bocznym (*for. ethmoidale lat.* R. P.), poczem zmierzającego dośrodkowo by po przebiciu ściany czaszkowej skończyć się — otworem sitowym przyśrodkowym (*for. ethmoidale med.* R. P.), widniejącym od

strony jamy czaszkowej bocznie od blaszki sitowej kości sitowej (rys. 121). Otwór sitowy boczny szukamy na ścianie przyśrodkowej oczodołu ku przodowi i nieco ku górze od otworu wzrokowego, z czego wynika, że jest otworem omawianej okolicy najbardziej wysuniętym ku przodowi a jednocześnie jest otworem najmniejszym. Dosyć często otwór sitowy boczny rozszczepia się na dwa lub nawet na trzy otwory wtórne.

Stosunki obu otworów — otworu sitowego bocznego i — otworu sitowego przyśrodkowego można zbadać jedynie drogą zgłębnikowania, przy pomocy włosia końskiego, przewodu je łączącego na czaszce o usuniętem sklepieniu (rys. 121).

Krawędź przednia części przedklinowej wraz z krawędziami przedniemi obu skrzydeł oczodołowych ograniczają głębokie — wcięcie sitowe *(incisura ethmoidalis)* w które wsuwa się od przodu blaszka sitowa kości sitowej. U Mięsożernych, u Narostkowców i u Zającowatych wcięcie sitowe jest zawarte między krawędzią przednią części przedklinowej i obu skrzydłami sitowemi *(alae ethmoidales)* (rys. 123).

Skrzydło skroniowe *(ala temporalis s. alisphenoideum)* jest położone bezpośrednio wtyle od skrzydła oczodołowego (rys. 117) i ma postać stosunkowo cienkiej blaszki kostnej, mniej lub bardziej, wklęsłej



Rys. 125. Kość klinowa krowy, widziana od przodu. + — kolec klinowy *(spina sphenoidalis)*; * — skrzydło sitowe *(ala ethmoidalis)*.

od strony jamy czaszkowej. Łączy się ono dośrodkowo z częścią podstawnoklinową zupełnie podobnie jak to miało miejsce ze skrzydłem oczodołowem w stosunku do części przedklinowej (rys. 118). Miseczkowato wydrążona powierzchnia górna albo lepiej — powierzchnia mózgowa *(facies cerebralis)* skrzydła wchodzi w skład ściany dolnej

jamy czaszkowej czyli — p o d s t a w y w e w n. c z a s z k i *(basis cranii int.)* natomiast jego powierzchnia zewnętrzna, skierowana bocznie i ku dołowi jest dostrzegalna w obrębie — p o d s t a w y c z a s z k i z e w n. *(basis cranii ext.)* i od strony dołu skroniowego (stąd nazwa!) (rys. 113). Z trzech krawędzi skrzydła skroniowego — k r a w ę d ź g ó r n a *(margo sup.)* łączy się wgórze z krawędzią dolną kości ciemieniowej (wzgl. kości czołowej; rys. 113) i jakgdyby podtrzymuje ją. Na szczególną uwagę zasługują jednak dwie pozostałe krawędzie tj. — k r a w ę d ź p r z e d n i a *(margo ant.)* oraz — k r a w ę d ź t y l n a *(margo post.)*.

Otóż, zasadniczo krawędź przednia skrzydła skroniowego jest oddzielona od krawędzi tylnej skrzydła oczodołowego (rys. 118) przez rodzaj wąskiej poprzecznej szczeliny, której część przyśrodkowa znacznie powiększona przybiera postać — o t w o r u k l i n o w o o c z o d o ł o w e g o *(for. sphenoorbitale s. for. orbitorotundum)*, służącego do połączenia jamy czaszkowej z oczodołem (rys. 123). Jak widać na załączonych rysunkach otwór klinowooczodołowy znajduje się bocznie i nieco ku tyłowi od otworu wzrokowego[1]). Wędruje przezeń od mózgowia w kierunku zawartości oczodołu wiązka nerwów czaszkowych (nn. III, IV, 1/V, 2/V, VI). Jest to więc wybitnie otwór »nerwowy« jak i większość pozostałych otworów czaszkowych, które również kształtowały się rodowo i osobniczo dookoła nerwów opuszczających mózgowie.

Zarówno kształt jak i wielkość otworu klinowooczodołowego są bardzo zmienne gatunkowo dość, że dosłownie wszystkie możliwe powikłania podały sobie tutaj ręce by jeszcze bardziej utrudnić poznanie budowy kości klinowej. Zwłaszcza, że podobne odchylenia występują również i w zakresie pozostałych otworów.

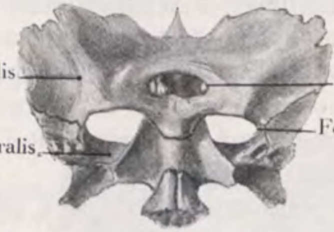
Taki stan rzeczy stwierdzamy u Przeżuwaczy (rys. 123), u Świniowatych (rys. 126) i u większości Gryzoni.

U innych ssaków, mam na myśli przedewszystkiem, człowieka (rys. 122) Naczelne, Mięsożerne (rys. 128) i Koniowate (rys. 119) część otworu klinowooczodołowego wyosabnia się i przesuwa ku tyłowi pod postacią — o t w o r u o k r ą g ł e g o *(for. rotundum)*. Otwór ten, służący do przeprowadzenia drugiej gałęzi nerwu trójdzielnego (2/V), przebija ukośnie wdół i ku przodowi skrzydło skroniowe w pobliżu jego krawędzi przedniej (rys. 127).

---

[1]) Jest rzeczą dotychczas nierozstrzygniętą czy — o t w ó r w z r o k o w y nie stanowi części wyosobnionej »wyemancypowanej« otworu klinowooczodołowego, zaczem zdaje się świadczyłby układ stosunków u Stekowców i u Torbaczy u których obydwa otwory stanowią jedną niepodzielną całość.

Do owego otworu prowadzi często płaska rynienka, widniejąca na powierzchni mózgowej skrzydła. W ten sposób powstają dwa niezależne otwory, z których jeden większy i bardziej wysunięty ku przodowi i nieco dośrodkowo odpowiada dawnemu otworowi klinowoo-



Rys. 126. K o ś ć k l i n o w a świni, widziana od strony jamy czaszkowej.

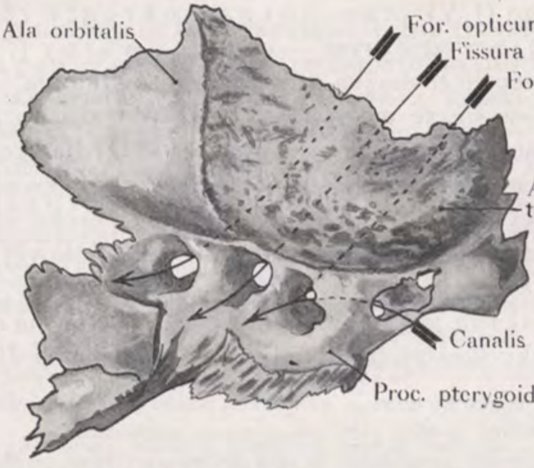
czodołowemu, a obecnie przyjmuje nazwę — s z c z e l i n y o c z o d o ł o w e j *(fissura orbitalis)*, a drugi odpowiada, wtórnie uniezależnionemu, — o t w o r o w i o k r ą g ł e m u *(for. rotundum)* (rys. 122).

Najdalej posuniętą skłonność do zróżnicowania się otworu klinowooczodołowego wykazują Koniowate, u których poza usamodzielnieniem się otworu okrągłego dochodzi niekiedy do wyosobnienia się części otworu, obejmującej nerw bloczkowy (n. IV), jako — o t w ó r b l o c z k o w y *(for. trochleare)* (rys. 120).

Otwór okrągły, o ile istnieje, znajduje się bocznie od szczeliny oczodołowej. Badania nad rozwojem rodowym czaszki wykazały, że podział otworu klinowooczodołowego na dwa otwory wtórne jest zjawiskiem niewątpliwie wtórnem. Zpośród ssaków udomowionych otwór niepodzielny, jak zaznaczyłem, zachowały jedynie Przeżuwacze i Świniowate.

Podobnie zawiłe stosunki znajdujemy u krawędzi tylnej skrzydła skroniowego!

Otóż, pierwotnie krawędź ta wraz z częścią podstawną kości potylicznej i z częścią skalistą kości skroniowej (rys. 131) ograniczały obszerną, o nieprawidłowym zarysie,



Rys. 127. K o ś ć k l i n o w a psa, widziana zboku.

szczelinę — o t w ó r p o s z a r p a n y p r z e d n i *(for. lacerum ant.)*, poprzez który przenika do wnętrza czaszki tętnica szyjna wewn. *(a. carotis int.)* i opuszcza jamę czaszkową trzecia gałęź nerwu trójdzielnego (3/V). Tak się sprawa przedstawia u Koniowatych i u Świniowatych. Bliskie jednak sąsiedztwo z wymienionemi narządami (tętnica, nerw) wywołuje u tych ssaków powstanie, na krawędzi tylnej skrzydła skroniowego, dwóch głębokich wcięć, z których jedno położone bardziej przyśrodkowo stanowi — w c i ę c i e s z y j n o t ę t n i c z e *(incisura carotica)*, drugie zaś, umieszczone bocznie, nosi nazwę — w c i ę c i a o w a l n e g o *incisura ovalis)* (rys. 119).

U innych ssaków bliżej nas interesujących a więc np. u *Hominidae*, u *Carnivora* i u *Artiodactyla* część otworu poszarpanego przedniego, która obejmuje trzecią gałęź nerwu trójdzielnego (3/V) usamodzielnia się pod postacią — o t w o r u o w a l n e g o *(for. ovale)*, przebijającego pionowo skrzydło skroniowe w pobliżu jego krawędzi tylnej (rys. 128). Albo innemi słowy wcięcie owalne widniejące na czaszce Koniowatych zostaje przekształcone za pośrednictwem blaszki kostnej na — o t w ó r o w a l n y, a więc na postać pod względem morfologicznym lepiej zindywidualizowaną. Oczywiście, że otwór poszarpany przedni istnieje w dalszym ciągu, tylko że tym razem służy do przeprowadzenia jedynie tętnicy szyjnej wewn.

U *Hominidae* i u niektórych zpośród *Primates* bocznie od otworu owalnego widnieje nikły — o t w ó r k o l c o w y *(for. spinosum)*, przeznaczony dla drobnej gałązki nerwowej oponowej.

A jeżeli teraz uprzytomnimy sobie, że przez — s z c z e l i n ę o c z o d o ł o w ą *(fissura orbitalis)* opuszcza czaszkę gałęź pierwsza nerwu trójdzielnego (1/V), przez — o t w ó r o k r ą g ł y *(for. rotundum)* gałąź druga (2/V) i wreszcie przez — o t w ó r o w a l n y *(for. ovale)* gałęź trzecia owego nerwu to można przyjąć iż kość klinowa, jako całość, znajduje się niejako »w sferze wpływów« tego, tak ważnego, nerwu mózgowego.

Co się tyczy powierzchni mózgowej skrzydła skroniowego to należy zaznaczyć, że wzdłuż miejsca połączenia go z kością podstawnoklinową zarysowywuje się niekiedy podłużna, szeroka choć płytka rynienka, ciągnąca się w kierunku szczeliny oczodołowej i otworu okrągłego — r o w e k n e r w o w y *(sulcus nervorum)*. U Koniowatych (rys. 119) rynienka ta jest podzielona niską listewką na dwa równolegle położone rowki: węższy przyśrodkowy i szerszy boczny.

Bocznie od rowka nerwowego widnieje na powierzchni mózgowej niewyraźnie zarysowana zapadłość, wywołana uciskiem płatu gruszkowatego węchomózgowia, t. zw. — w y c i s k g r u s z k o w a t y *(impressio piriformis)*. Wycisk gruszkowaty bywa u *Marsupialia* i u *Rodentia* wyjątkowo silnie zaznaczony, tworząc pojemny — d ó ł g r u s z k o w a t y *(fossa piriformis)*.

Od powierzchni dolnej części podstawnoklinowej odchodzi wdół i nieco ku przodowi — wyrostek skrzydłowaty *(proc. pterygoideus)*, nawiązujący ścisłą łączność z — kością skrzydłową *(pterygoideum)* (rys. 117) i z — kością podniebienną *(palatinum)* a za pośrednictwem nich z kośćmi trzewioczaszki. Wyrostek skrzydłowaty jest wyjątkowo silnie rozwinięty u Świniowatych i u Gryzoni, stosunkowo najsłabiej u Mięsożernych.



Rys. 128. Kość klinowa psa, widziana od strony jamy czaszkowej (por. z rys. 121).

U niektórych ssaków a więc np. u *Hominidae* i u *Suidae* wyrostek skrzydłowaty tworzy wtyle wraz z kością skrzydłową, obszerne zagłębienie, zwane — dołem skrzydłowym *(fossa pterygoidea)*. Dół skrzydłowy służy za miejsce przyczepu dla jednego z mięśni żwaczowych, a mianowicie dla mięśnia skrzydłowego wewn., i z tego powodu głębokość i rozległość owego dołu mogą być uważane za wskaźnik stopnia rozwoju owego mięśnia. U innych ssaków (np. u *Carnivora)* krawędź tylna wyrostka skrzydłowatego ma postać mniej lub bardziej ostrego grzebienia.

W miejscu spotkania wyrostka skrzydłowatego z trzonem kości klinowej widnieje na powierzchni dolnej trzonu trudno dostrzegalny rowek kierujący się ku przodowi, tworząc wraz z kością skrzydłową, z kością podniebienną a niekiedy i z lemieszem nikły — przewód skrzydłowy *(canalis pterygoideus s. canalis Vidii)*, kończący się w dole skrzydłowopodniebiennym *(fossa pterygopalatina)*, o którym będzie mowa dalej.

Część górna wyrostka skrzydłowatego t. j. jego podstawa jest przebita u Psowatych, u Koniowatych i u Zającowatych przez poziomo ciągnący się, stosunkowo obszerny, — przewód skrzydłowaty[1]) *(canalis alaris)*, służący do przeprowadzenia tętnicy szczęko-

[1]) Przewód skrzydłowaty *(canalis alaris)* w żadnym razie nie należy utożsamiać z opisanym powyżej — przewodem skrzydłowym *(canalis pterygoideus)* albowiem są to dwa twory, które pomimo zbliżonych nazw, są sobie zupełnie obce.

wej wewn. *(a. maxillaris int.)*. Przewód ten możemy znaleść z łatwością oglądając czaszkę zboku, (rys. 113 i 120) nieco ku przodowi od otworu owalnego.

nazwa otworu	miejsce położenia	u jakich ssaków	zawartość
1) otwór wzrokowy *(for. opticum)*	miejsce połączenia skrzydła oczodołowego z częścią przedklinową	u wszystkich	n. II
2) otwór sitowy *(for. ethmoidale)*	szew klinowoczołowy	u wszystkich	*n. ethmoidalis*
3) otwór klinowooczodołowy *(for. sphenoorbitale)*	między skrzydłem oczodołowem i skrzydłem skroniowem	niepodzielny u Przeżuwaczy i u Świniowatych	n.n. III, IV, 1/V, 2/V, VI
		podzielony u człowieka, Naczelnych, Mięsożernych i Koniowatych na: szczelinę oczodołową *(fiss. orbitalis)* i otwór okrągły *(for. rotundum)*	n. n. III, IV, 1/V, VI n. 2/V
4) otwór poszarpany przedni *(for. lacerum)*	między skrzydłem skroniowem, częścią podstawną kości potylicznej i częścią skalistą kości skroniowej	niepodzielny u Koniowatych i u Świniowatych	n. 3/V, *a. carotis int.*
		podzielony u człowieka, Mięsożernych i u Przeżuwaczy na: — otwór poszarpany przedni *(for. lacerum ant.)* i — otwór owalny *(for. ovale)*	*a. carotis int.* n. 3/V
5) przewód skrzydłowaty *(canalis alaris)*	w podstawie wyrostka skrzydłowatego	u Psowatych i u Koniowatych	*a. maxillaris int.*
6) przewód skrzydłowy *(canalis pterygoideus Vidii)*	w miejscu spotkania trzonu kości klinowej z jej wyrostkiem skrzydłowatym	u wszystkich	*n. pterygoideus*

W przewodzie skrzydłowatym należy rozróżnić dwa otwory: — otwór wejściowy albo — otwór skrzydłowaty tylny *(for.*

alare post.) oraz — otwór wyjściowy albo — otwór skrzydłowaty przedni *(for. alare ant.)* (rys. 127).

U Koniowatych od światła przewodu skrzydłowatego odchodzi ku górze drobny przewód, kończący się w okolicy dołu skroniowego,— otworem skrzydłowatym małym *(for. alare parvum)* (rys. 120).

Zasługuje na szczególną uwagę, że u Koniowatych i u Mięsożernych — otwór okrągły *(for. rotundum)*, o którym była powyżej mowa, otwiera się nie bezpośrednio na podstawie czaszki lecz uchodzi do światła przewodu skrzydłowatego, naskutek czego u ssaków tych otwór skrzydłowaty przedni stanowi ujście nietylko przewodu skrzydłowatego ale również i otworu okrągłego (rys. 113).

W ten sposób przedstawia się budowa kości klinowej, sprowadzona do najistotniejszych jej składników. Zadanie dokładnego zrozumienia tej kości jest niewątpliwie nader trudne a przeto poleca się starannie opracować niniejszy temat celem rozwinięcia wyobraźni przestrzennej.

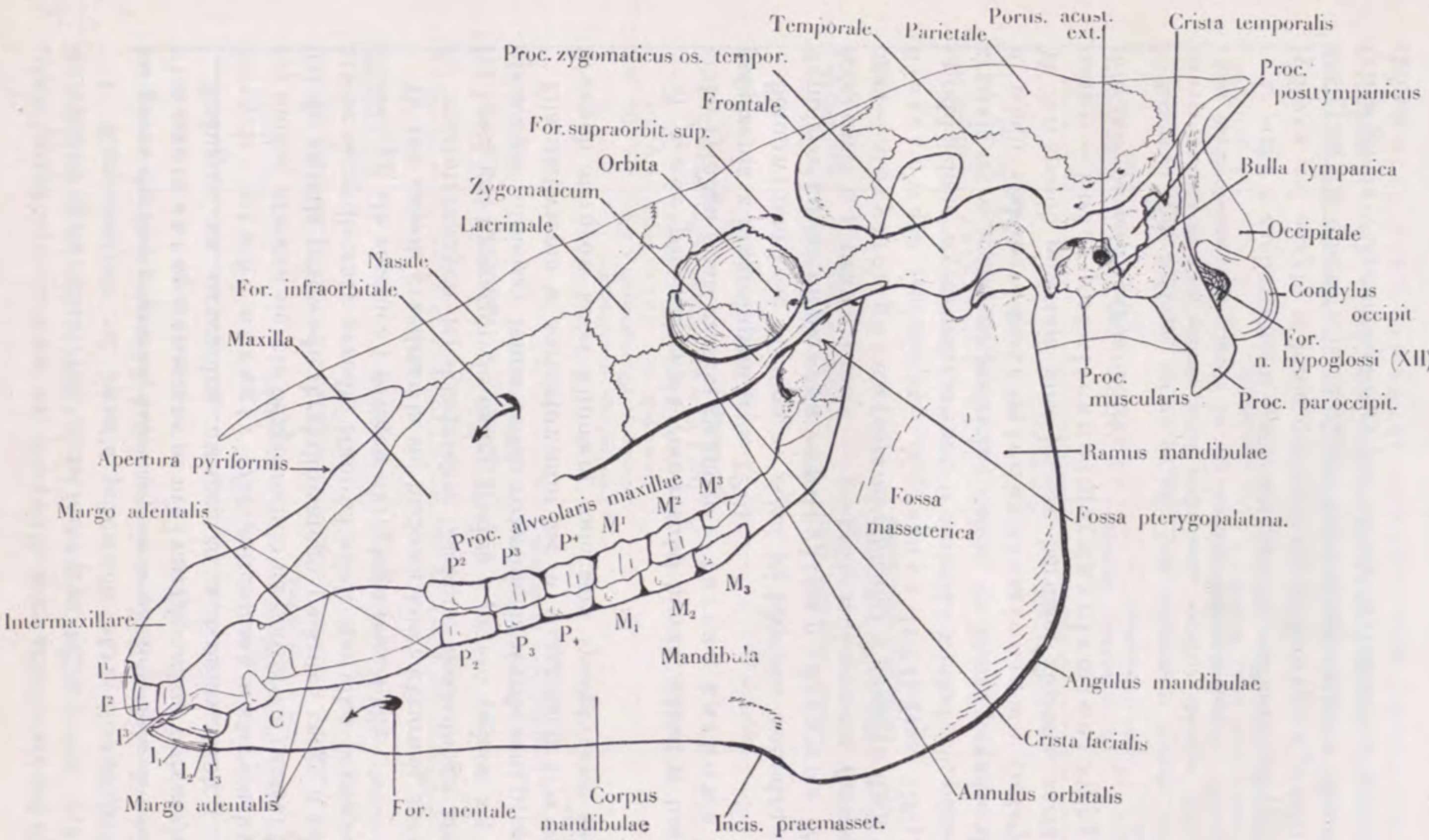
Dla ułatwienia w zorjentowaniu się w stosunkach i w zawartości licznych otworów kości klinowej, załączam synoptyczne zestawienie.

2). Kość potyliczna *(occipitale)* bierze udział w budowie odcinka tylnego ścian czaszki zwanego — tarczą karkową i służy do połączenia z kręgosłupem (rys. 129).

Stanowi ona kość złożoną, w skład jej bowiem wchodzą cztery następujące kości: nieparzysta — potylica podstawna *(basioccipitale)* dwie t. j. prawa i lewa — potylice boczne *(exooccipitalia)* oraz — potylica górna *(supraoccipitale)* a ponadto dwie — kości blaszkowate *(tabularia* — Versluys 1924) (rys. 130). Kości te są oddzielone wyraźnemi szwami u osobników młodych, później jednak zrastają się w jedną niepodzielną całość, do której ponadto dołącza się u wielu ssaków — kość międzyciemieniowa *(interparietale)*. W ten sposób powstaje kość jeszcze bardziej złożona, zasługująca na nazwę — kości potyliczno-międzyciemieniowej *(os. occipito-interparietale)* (rys. 130).

Zasadniczo kość potyliczna rozwija się jako kość zastępcza, ze względu jednak na to, iż zazwyczaj zcalają się z nią wtórnie kości pochodzenia wyraźnie skórnego (kości blaszkowate i kość międzyciemieniowa), a przeto ma ona charakter kości mieszanej.

U ssaka z zachowanemi częściami miękkiemi nieomal cała kość potyliczna jest ukryta w łonie umięśnienia karkowego a przeto jest mało dostępna dla obserwacji na okazie żywym, natomiast u *Hominidae* potylica górna *(supraoccipitale)* jest łatwo wyczuwalna przez powłoki skórne.



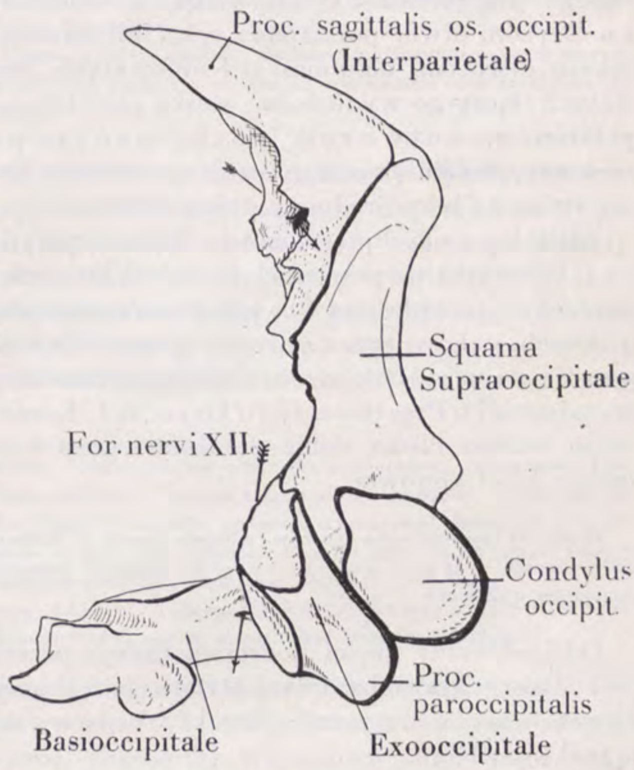
Rys. 129. Czaszka — k o n i a, widziana zboku. Między innemi zwrócić uwagę na szczegóły następujące: silny rozwój k. nosowej daszkowato zwisającej nad otworem gruszkowatym, na budowę pierścienia oczodołowego (udział w nim wyrostka jarzmowego k. skroniowej!), obecność grzebienia twarzowego *(crista facialis)* oraz silnie rozwiniętego dołu żwaczowego *(fossa s. facies masseterica)* żuchwy, słaby rozwój dołu skroniowego *(fossa temporalis)* naskutek wyłącznego używania pokarmu roślinnego, na niewspółmierność między stanem rozwoju mózgowioczaszki i trzewioczaszki i wreszcie na obecność wyrostka zabębenkowego *(proc. posttympanius)*.

Kość potyliczna ssaków dorosłych posiada kształt skorupy o — powierzchni zewnętrznej *(facies externa)* mniej lub bardziej wypukłej i chropowatej i o — powierzchni wewnętrznej *(facies cerebralis)* raczej wklęsłej i gładkiej (rys. 133). Kość jest przebita nawylot przez obszerny — otwór potyliczny wielki *(for. occipitale magnum)*, służący do połączenia jamy czaszkowej z — przewodem kręgosłupowym *(canalis vertebralis)* (rys. 132).

W pobliżu krawędzi górnej tego otworu znajdowano zwłaszcza u *Insectivora (Erinaceus)* i u *Hominidae* ślady t. zw. — proatlasu t. j. szczątki jednego z kręgów przedszyjnych, który stracił łączność z kręgosłupem lecz nie zdołał się zcalić całkowicie z kością potyliczną.

W ten sposób ukształtowanej kości osobnika dorosłego rozróżniamy — część podstawną, dwie symetrycznie ułożone — części boczne i wreszcie powstałą z połączenia potylicy górnej z kośćmi blaszkowatemi — łuskę *(squama)* (rys. 130). U wielu ssaków dorosłych, a więc np. u *Hominidae*, u *Carnivora*, u *Equidae*, *Caprinae* i u *Suidae*, z łuską spaja się ściśle kość międzyciemieniowa *(interparietale)* (rys. 130).

Na szczególną uwagę zasługują stosunki u *Artiodactyla*, u których już u osobników młodych łuska wraz z kością międzyciemieniową zrasta się z kośćmi ciemieniowemi, naskutek czego, w ten sposób uszczuplona, kość potyliczna ogranicza się zasadniczo li tylko do swej części podstawnej oraz do dwóch części bocznych. Ponadto należy zaznaczyć, że naskutek rozrostu potylic bocznych, potylica górna zostaje zupełnie odsu-



Rys. 130. Wyosobniona kość potyliczna psa, widziana zboku.

nięta od udziału w ograniczeniu otworu potylicznego wielkiego *(synostosis intercondyloidea* — Zaaijer) (rys. 133).

Wszystkie owe części składowe układają się wokół otworu potylicznego wielkiego, tworząc dlań jego krawędzie.

Szczegółowy opis poszczególnych części rozpoczniemy od części podstawnej!

Część podstawna *(pars basilaris s. basioccipitale)* jest umieszczona w odcinku tylnym podstawy czaszki (rys. 131) i łączy się naprzedzie z kością klinową za pośrednictwem, wyżej opisanego, — chrząstkozrostu klinowopotylicznego *(synchodrosis sphenooccipitalis)*, po bokach z kośćmi skroniowemi i wreszcie wtyle z częściami bocznemi kości potylicznej. W miejscu połączenia z kością skroniową widnieje na podstawie czaszki obszerny — otwór poszarpany tylny *(for. lacerum post; syn: for. jugulare)* poprzez który opuszczają jamę czaszkową trzy nerwy mózgowe (IX, X, XI). Znajdujemy go ku przodowi od otworu nerwu podjęzykowego na dnie rozległego zagłębienia. U człowieka, u Naczelnych, u Mięsożernych i u Gryzoni otwór poszarpany tylny nie nawiązuje łączności z żadnym innym otworem, natomiast u Koniowatych, Przeżuwaczy i u Świniowatych łączy go wydłużona, wąska szczelina z, bardziej ku przodowi położonym, — otworem poszarpanym przednim *(for. lacerum ant.)*, naskutek czego część podstawna kości potylicznej nigdzie nie styka się bezpośrednio z kością skroniową.

Ku tyłowi od chrząstkozrostu klinowopotylicznego zarysowywuje się u człowieka na powierzchni dolnej kości nieparzysta, drobna wyniosłość — guzek gardłowy *(tuberculum pharyngeum)*, zastąpiony u innych ssaków przez parzyste (prawe i lewe) wzniesienia zwane — guzkami mięśniowemi *(tubercula muscularia)*, wyjątkowo dobrze wyrażonemi u Przeżuwaczy i u Gryzoni. U Koniowatych guzki mięśniowe są bardzo blisko siebie położone i częstokroć wkraczają w obręb trzonu kości klinowej.

Wtyle od wymienionych guzków widnieje często u *Rodentia* a niekiedy i u *Hominidae* nikły otworek — otwór podstawny *(for. basilare)* znaczenie którego nie jest dotychczas ostatecznie wyjaśnione.

Odcinek tylny części podstawnej ulega przewężeniu i tworzy część pośrodkową krawędzi dolnej otworu potylicznego wielkiego, krawędź zwaną — wcięciem międzykłykciowem *(incisura intercondylodea)* (rys. 132).

Powierzchnia górna *(facies sup.)* albo powierzchnia wewnętrzna części podstawnej ma kształt płytkiej lecz szerokiej rynienki

zwanej — s t o k i e m *(clivus)*, ciągnącej się ukośnie wdół od grzbietu siodełka kości klinowej ku otworowi potylicznemu wielkiemu i wchodzi w skład odcinka tylnego dna jamy czaszkowej (rys. 121).

C z ę ś c i b o c z n e *(partes laterales s. exoccipitalia)* są położone po obu stronach otworu potylicznego wielkiego i charakteryzują się, przedewszystkiem, obecnością walcowato ukształtowanych gładkich i ukośnie ku tyłowi rozchodzących się wyrostków stawowych, służących do połączenia z kręgiem szczytowym. Są to t. zw. — k ł y k c i e p o t y l i c z n e *(condyli occipitales)* (rys. 131 i 132).

Należy zaznaczyć, że obecność dwóch kłykci potylicznych cechuje również płazy.

Parzystość kłykci stanowi ważną cechę kości potylicznej ssaków *(Dicondylia!)* oraz ssakokształtnych gadów — ✢ *Theriodontia*, albowiem jeszcze u gadokształtnych *(Sauropsida)* (kłykieć jest utworzony bądź li tylko przez potylicę podstawną bądź także i przez potylice boczne i występuje tylko jako jeden, pośrodkowo ustawiony kłykieć *(Monocondylia!)*. Dwukłykciowe zestawienie czaszki z kręgosłupem u ssaków wlecze za sobą pewne ograniczenie ruchów w stawie szczytowopotylicznym ale które to ograniczenie jest powetowane znacznem uruchomieniem całego odcinka szyjnego kręgosłupa.

Na powierzchni stawowej kłykcia widnieje niekiedy, zwłaszcza u *Hominidae*, ostro zarysowana brózda poprzeczna, która zdaje się świadczyć za tem, że morfogeneza owego kłykcia nie jest jeszcze ukończona (R. P. 1925).

Na pograniczu z częścią podstawną lub u podstawy kłykcia widnieje niewielki otwór, zwany — o t w o r e m n e r w u p o d j ę z y k o w e g o *(for. n. hypoglossi;* syn. *for. condyloideum ant.)*, często podzielony blaszkami kostnemi na dwa wzgl. na trzy otwory wtórne (rys. 131).

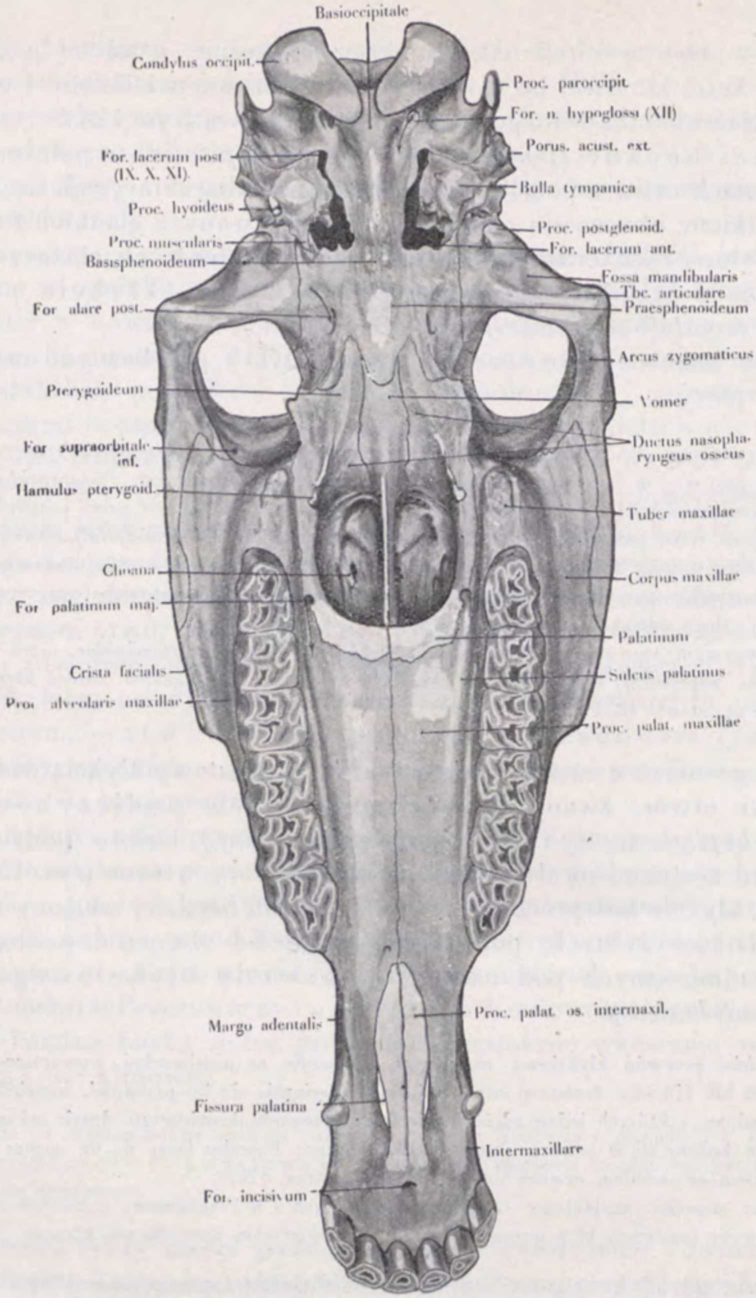
Zrąb kłykcia jest przebity przez mniej lub bardziej złożony układ przewodzików żylnych, położonych wtyle od otworu n. podjęzykowego, a ujmowanych pod nazwą — p r z e w o d u k ł y k c i o w e g o *(canalis condyloideus)*.

U *Canidae* przewód kłykciowy rozpoczyna się wtyle na powierzchni wewnętrznej kłykcia jednym lub kilkoma drobnemi otworami, poczem ciągnie się ku przodowi, rozwidlając się na dwa ramiona, z których jedno zdąża w kierunku przewodu skroniowego, drugie zaś ramię t.j. ramię dolne kończy się u otworu poszarpanego tylnego. Ponadto łączy się on jeszcze nikłym przewodzikiem ze światłem otworu n. podjęzykowego (rys. 121).

Podobne stosunki znajdujemy także u Świniowatych i u Przeżuwaczy u których również obydwa otwory przewodu kłykciowego widnieją na powierzchni dośrodkowej kłykcia.

Bocznie od kłykcia potylicznego znajdujemy opuszczający się wdół, dłutowaty — w y r o s t e k p r z y p o t y l i c z n y *(proc. paroccipitalis;* syn.: *proc. paramastoideus; proc. jugularis)* wyjątkowo silnie rozwinięty u Gryzoni i u Świniowatych (rys. 129, 140, 141, 144).

U Przeżuwaczy i u Koniowatych wyrostek przypotyliczny ma



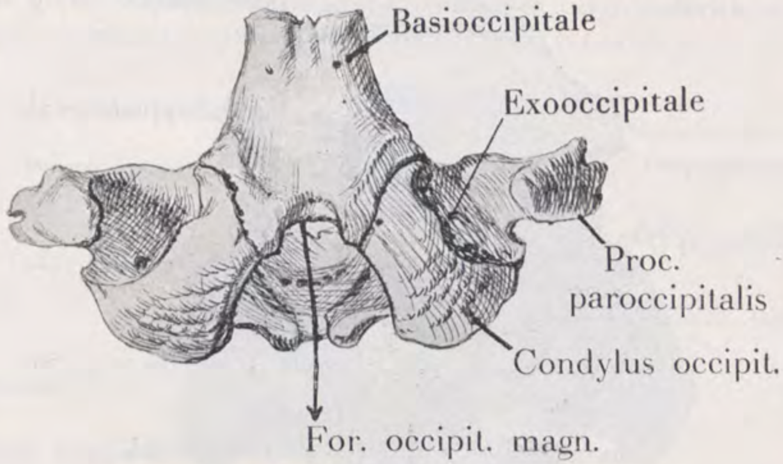
Rys. 131. Podstawa czaszki — k o n i a.

Zwrócić szczególną uwagę na stosunki panujące w sąsiedztwie — otworu poszarpanego *(for. lacerum)*, którego odcinek tylny stanowi odpowiednik — otworu poszarpanego tylnego *(for. lacerum post.)* a odcinek przedni jest równoważnikiem — otworu poszarpanego przedniego *(for. lacerum ant.)*.

kształt wysmukłego kolca, którego koniec wolny wygina się dośrodkowo i nieco ku przodowi (rys. 147). U Mięsożernych a zwłaszcza u Kotowatych *(Felidae)* wyrostek przypotyliczny jest raczej słabo wykształcony i spaja się ściśle z położoną przed nim — puszką bębenkową *(bulla tympanica)* (rys. 174). I u *Hominidae* kość potyliczna może być wyposażona w omawiany wyrostek, objaw ten jednak występuje raczej rzadko i posiada charakter odmiany.

Dośrodkowo od wyrostka przypotylicznego widnieje głęboka, o owalnym zarysie, wpadlina — dół kłykciowy *(fossa condyloidea)*.

Potylica górna albo — łuska k. potylicznej *(squama os. occipitalis; supraoccipitale et tabularia)* tworzy ścianę tylną czyli — tarczę karkowa *(scutulum nuchale)* czaszki (rys. 134). Jak wspomniano powyżej, łączy się z nią często kość międzyciemieniowa, dzięki



Rys. 132. Kość potyliczna krowy, widziana od dołu.

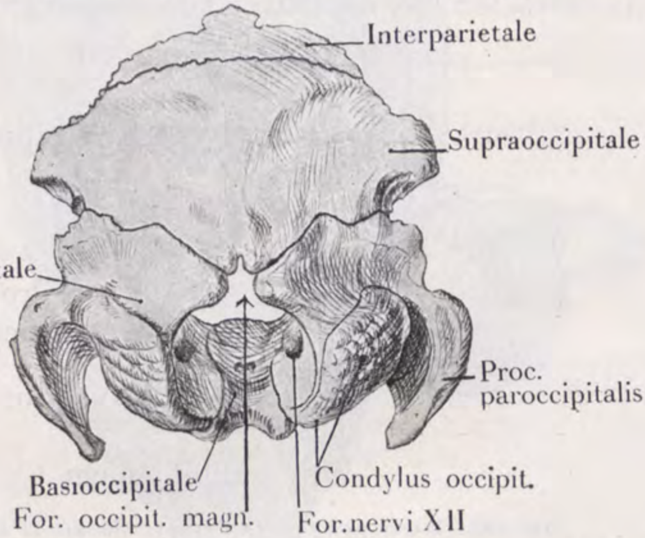
czemu kość potyliczna może brać także udział w budowie sklepienia czaszki, co ma miejsce np. u Koniowatych i u Mięsożernych (rys. 130).

Powierzchnia zewnętrzna łuski *(facies ext.)* ma kształt płaskiej lub zlekka wypukłej płytki (rys. 133), ustawionej w płaszczyźnie czołowej a ograniczonej wgórze łukowato zarysowanym — grzebieniem karkowym górnym *(crista s. linea nuchalis sup.)*, przechodzącym bocznie bez wyraźnej granicy w t. zw. — grzebień skroniowy kości skroniowej *(crista temporalis)*. Grzebień karkowy górny stanowi u większości ssaków naturalną granicę między sklepieniem czaszki i tarczą karkową (rys. 134).

Z grzebieniem karkowym górnym nie należy, w żadnym razie, utożsamiać tworu widniejącego u *Bovinae* na pograniczu między sklepie-

niem czaszki i jej tarczą potyliczną, a który posiada postać poprzecznego wzniesienia, położonego między nasadami narostków (rogów) (rys. 150 i 214). Jest ono utworzone przez krawędź tylną kości czołowej i zasługuje na nazwę — wału karkowego *(torus nuchalis)*. Osunięcie się całej kości potylicznej w obręb ściany tylnej czaszki z jednoczesnem zaprzestaniem przez nią brania udziału w budowie sklepienia stoi w niewątpliwym związku z obecnością ciężkich narostków u *Bovinae*. U pozostałych Parzystokopytowców stosunki przedstawiają się podobnie jak i u innych ssaków (rys. 144).

Część pośrodkowa grzebienia karkowego górnego uwydatnia się niekiedy pod postacią, mocniej albo słabiej zarysowanego, chropowatego nabrzmienia — guzowatości potylicznej zewnętrznej *(pro-*



Rys. 133. Kość potyliczna młodej owcy, widziana od tylu. Zwraca tutaj uwagę odsunięcie potylicy górnej *(supraoccipitale)* od udziału w ograniczeniu otworu potylicznego wielkiego.

tuberantia occipitalis ext.), od której ciągnie się wdół t. j. w kierunku otworu potylicznego wielkiego dość niewyraźnie zaznaczony — grzebień potyliczny zewnętrzny *(crista occipitalis ext.)*.

Naprzedzie guzowatość potyliczna zewnętrzna łączy się z, przebiegającym pośrodkowo po sklepieniu czaszki, — grzebieniem strzałkowym zewnętrznym *(crista sagittalis ext.)*.

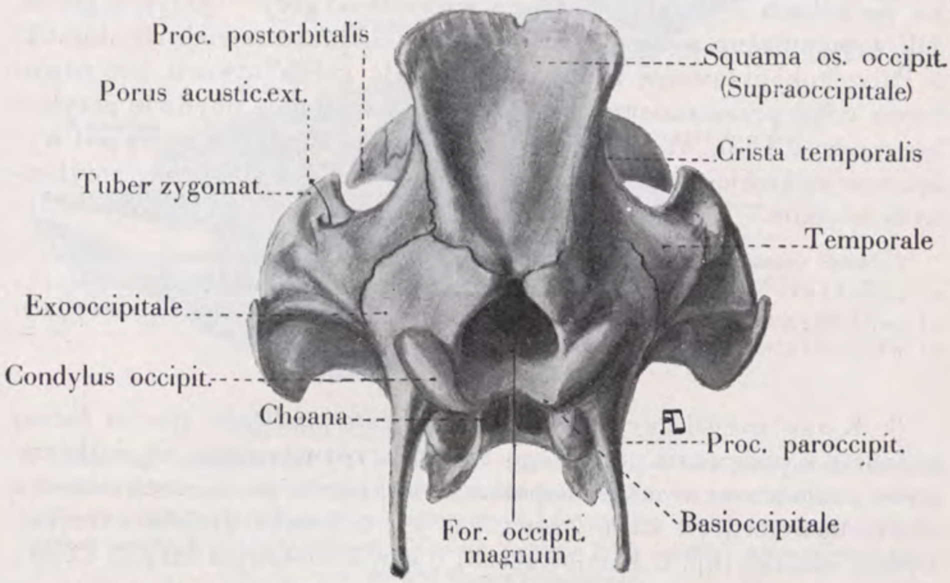
W ten sposób na czaszce, oglądanej zgóry (rys. 211), powstaje charakterystyczna wyniosłość w kształcie trójramiennej gwiazdy, o jednem ramieniu zwróconem ku przodowi a utworzonem przez grzebień strzałkowy zewnętrzny i dwóch ramionach, skierowanych bocznie, a które odpo-

wiadają przebiegowi grzebienia karkowego górnego. W przypadkach obecności grzebienia potylicznego zewnętrznego guzowatość potyliczna zewnętrzna wraz z jej odnogami przybiera postać krzyża.

U większości ssaków czworonogich tuż pod guzowatością potyliczną zewn. widnieje po każdej stronie grzebienia potylicznego zewn. mniej lub bardziej głęboka wpadlina — dół więzadłowy (*fossa ligamentosa* R. P.).

U *Hominidae* często poniżej grzebienia karkowego górnego spotykamy podobny i równolegle doń położony — grzebień karkowy dolny *(crista nuchalis inf.)*, odchodzący od odcinka pośrodkowego grzebienia potylicznego zewnętrznego (rys. 243).

Wszystkie owe grzebienie są wywołane przyczepami mięśni karkowych i przyczepem więzadła karkowego *(lig. nuchae)*, utrzymujących razem głowę w położeniu poziomem, naskutek czego stanowią one wykładnik warunków statycznych panujących w tej okolicy.



Rys. 134. Czaszka — świni, widziana od tyłu (tarcza karkowa).

W tych wszystkich przypadkach kiedy guzowatość potyliczna zewn. jest silnie rozwinięta cała powierzchnia karkowa kości potylicznej przybiera postać wklęsłą.

Mniej lub bardziej wklęsła — powierzchnia wewnętrzna albo — mózgowa łuski *(facies interna s. cerebralis squamae)* wykazuje liczne zagłębienia — wyciski palczaste *(impressiones digitatae)* i wyniosłości — łęki mózgowe *(juga cerebralia)*, wywołane

sąsiedztwem mózgowia. Ponadto mogą występować różnie ukształtowane rowki i przewody, służące do pomieszczenia zatok żylnych opon mózgowych.

U człowieka w części ośrodkowej łuski widnieje, mniej lub lepiej wyrażone, wzniesienie — guzowatość potyliczna wewn. *(protuberantia occipitalis int.)* która u Koniowatych zostaje przemieszczona w obręb kości międzyciemieniowej *(»protuberantia interparietalis int.«)*.

Otwór potyliczny wielki *(for. occipitale magnum)* ma postać nieprawidłowego owalu, o długiej osi podłużnej, u większości ssaków wyraźnie skierowanego światłem ku tyłowi (rys. 114, 134). U *Hominidae* i u *Primates* otwór, naskutek niebywałego rozrostu mózgowia powodującego wzdęcie ku tyłowi łuski, zostaje przemieszczony znacznie ku przodowi dzięki czemu jest on widoczny tylko od strony podstawy czaszki!

Otwór potyliczny wielki ograniczają: od przodu — potylica podstawna, po bokach — potylice boczne i wreszcie od góry — potylica górna. Jak wspomniałem powyżej trochę odmiennie przedstawiają się stosunki u Parzystokopytowców u których krawędź górna otworu jest utworzona tylko przez zmierzające ku sobie na spotkanie obydwie potylice boczne (rys. 133). W ten sposób u ssaków tych potylica górna jest wyłączona całkowicie od bezpośredniego związku z otworem potylicznym wielkim.

Z dwóch ważniejszych krawędzi otworu, krawędź przednia wykazuje szerokie — wcięcie międzykłykciowe (p. wyżej), krawędź zaś górna wykazuje zazwyczaj płytkie — wcięcie międzyguzkowe *(incisura intertubercularis* R. P.), przedzielające dwa drobne—guzki więzadłowe *(tubercula ligamentosa.* R. P.).

3. Kość międzyciemieniowa *(interparietale;* syn: *os Incae)* powstaje z połączenia parzystego zaczątka, rozwijającego się w skórze, i jest umieszczona w miejscu spotkania łuski kości potylicznej z kośćmi ciemieniowemi (rys. 135). Zazwyczaj jest to kostka drobna o trójkątnym a rzadziej (np. u Koniowatych) o czworobocznym zarysie i tylko u Waleniowatych *(Cetacea)* osiąga znaczną wielkość, a wsuwając się między obydwie kości ciemieniowe łączy się bezpośrednio z kością czołową (rys. 194).

Kość międzyciemieniowa, jako kość samoistna, występuje raczej rzadko co ma miejsce często u Gryzoni a niekiedy i u człowieka (t. zw. »kość Inkasów«[1]). Wcześniej albo później łączy się ona bądź z łuską

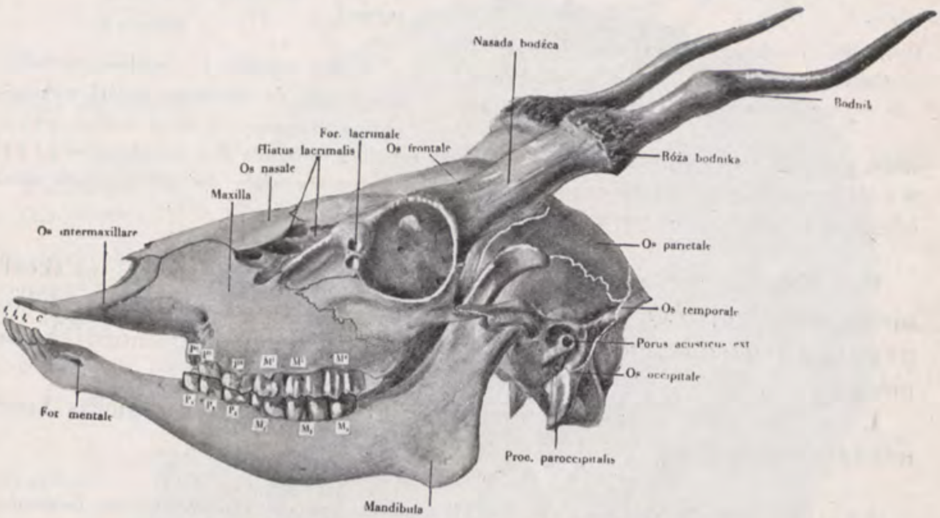
[1]) Nazwa »kość Inkasów« pochodzi stąd że na znajdowanych czaszkach starożytnych Inkasów kość międzyciemieniową widziano jako jednostkę samoistną. Stąd przypuszczenie, dzisiaj już obalone, że stanowiła ona cechę kranjologiczną swoistę tego narodu.

kości potylicznej, bądź też z kośćmi ciemieniowemi co podaje poniższe zestawienie:

zespolenie z k. potyliczną:	zespolenie z kk. ciemieniowemi:
u *Hominidae*	u *Equidae*
„ *Primates*	„ *Bovidae*
„ *Carnivora*	„ *Tylypoda*
„ *Caprinae*	„ *Ovinae*

Zasługuje na uwagę, że u *Suinae* kość międzyciemieniowa nie występuje nawet w stanie zaczątkowym!

Powierzchnia wewnętrzna kości tworzy u Koniowatych znaczną wyniosłość — guzowatość potyliczną wewnętrzną[1]) *(protube-*



Rys. 135. Czaszka — daniela *(Dama dama* L).

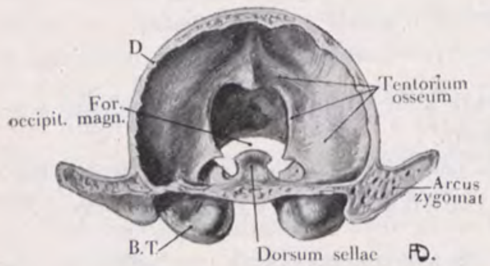
W czaszce tego przedstawiciela Pełnorogich *(Cervicornia)* na szczególną uwagę zasługują cechy następujące: budowa, położenie oraz kształt narostków, obecność szczeliny łzowej *(hiatus lacrimalis)*, budowa pierścienia oczodołowego *(annulus orbitalis)*, postać zespołu szczękowego (żuchwa, szczęka, k. międzyszczękowa) i wreszcie uzębienie (brak siekaczy i kłów górnych, obecność wklęsłej krawędzi bezzębnej).

rantia occipitalis int.), biorąca udział w budowie — namiotu kostnego *(tentorium osseum)*, o którym będzie mowa poniżej.

Namiot kostny *(tentorium osseum)* ma postać cienkiej blaszki odchodzącej od sklepienia czaszki wgłąb jamy czaszkowej dzieląc ją na dwie komory, a mianowicie na znajdującą się wtyle, — komorę móżdżkową *(camera cerebellaris)* i obszerniejszą — komorę mózgo-

[1]) U *Hominidae* guzowatość potyliczna wewnętrzna jest utworzona przez kość potyliczną!

wą *(camera cerebralis)* zresztą szeroko ze sobą komunikujące się za pośrednictwem owalnego — otworu międzykomorowego *(for. intercamerale* R. P)) (rys. 136). Otwór ten ograniczają: od tyłu — krawędź wolna namiotu kostnego, zboków — grzebienie skaliste *(cristae petrosae)* kości skroniowych i wreszcie od przodu — grzbiet siodełka tureckiego.



Rys. 136. Przekrój czołowy przez czaszkę kota. Odcinek tylny czaszki, widziany od przodu. D — *fornix cranii;* B. T. — *bulla tympanica.*

U *Equidae* i u *Canidae* namiot jest słabo wyrażony, natomiast u *Felidae* osiąga on b. znaczne rozmiary i nawiązuje łączność z kośćmi ciemieniowemi.

Nasada namiotu t. j. miejsce przytwierdzenia jego do sklepienia czaszki wykazuje poziomo ciągnący się, długi tunel,— przewód poprzeczny *(canalis transversus)* oraz krótki prostopadle doń schodzący — przewód strzałkowy *(canalis sagittalis)*. Obydwa przewody służą do pomieszczenia zatok żylnych oznaczonych temiż samemi nazwami.

Pod względem rozwojowym namiot kostny należy uważać za skostnienie występującego u wszystkich ssaków t. zw. — namiotu błoniastego *(tentorium membranaceum)*, oddzielającego móżdżek od mózgu.

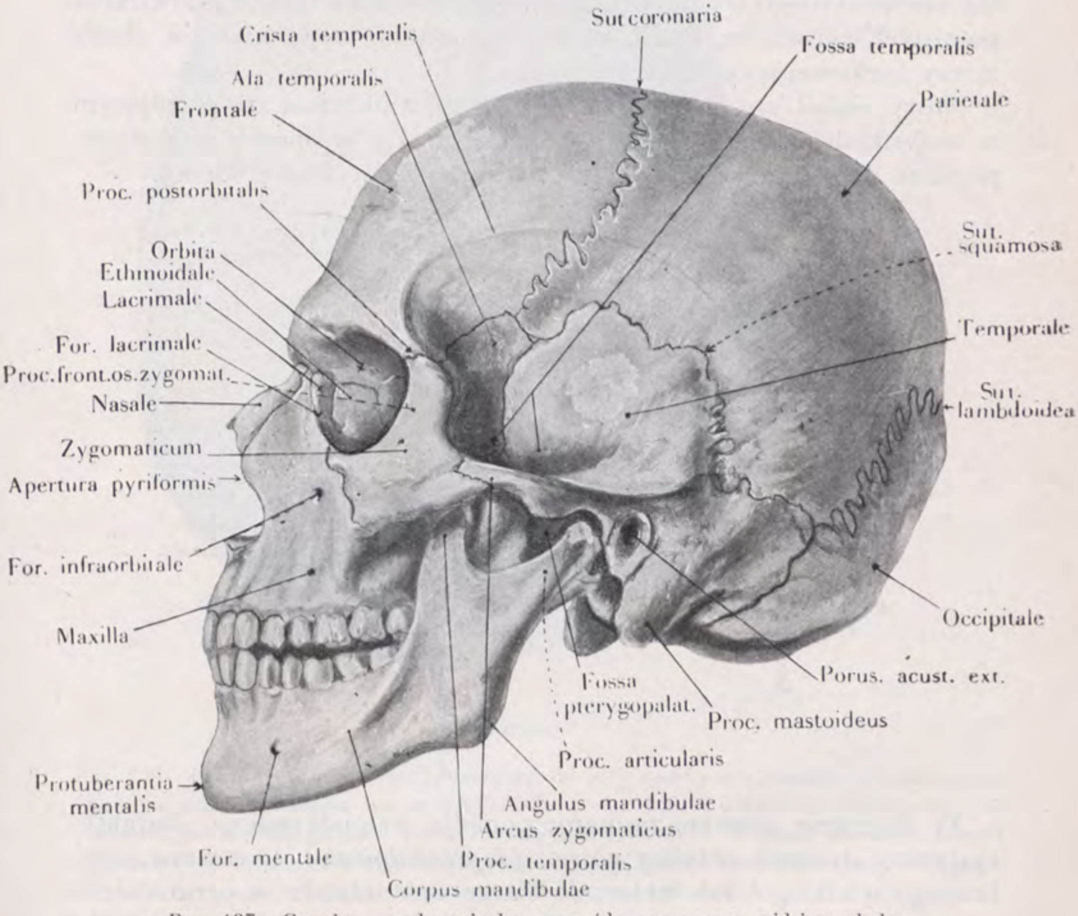
U — *Pholidota* i u — *Xenarthra* nie znaleziono dotychczas kości międzyciemieniowej.

Kostki szwowe Worma *(ossicula Wormiana;* syn: *oss. suturarum; oss. intercalaria)*. Pod nazwą kostek szwowych opisują drobne i stosunkowo rzadko występujące kości nadliczbowe, umiejscawiające się w szwach czaszki. Najczęściej znajdowano je w szwie łączącym kości międzyciemieniową z kośćmi ciemieniowemi t. j. w — szwie potylicznym *(sutura occipitalis;* syn *sut. lamboidea)*, jakkolwiek mogą się pojawiać i w innych miejscach.

Znaczenie kostek Worma nie jest dotychczas dokładnie wyjaśnione, możliwie, iż stanowią one oddzielone cząstki kości sąsiednich. U człowieka kostki szwowe występują bardzo często, natomiast u innych ssaków spotyka się je tylko wyjątkowo (Cornevin).

4) Kość ciemieniowa *(parietale)* jest kością pokrywową, mającą postać lekko wygiętej nazewnątrz blaszki, biorącej w znacznym stopniu udział w budowie sklepienia czaszki (rys. 137, 138). Graniczy ona od przodu z kością czołową, bocznie z kością skroniową, wtyle z kością międzyciemieniową oraz z łuską kości potylicznej i wreszcie dośrodkowo z kością ciemieniową przeciwległej strony.

W ten sposób powstaje szereg szwów (rys. 137) przyczem szew łączący kość ciemieniową z kością czołową nosi nazwę — s z w u w i e ń c o w e g o *(sut. coronaria)*, szew ciemieniowo-skroniowy — s z w u ł u s k o w e g o *(sut. squamosa)*, s z e w c i e m i e n i o w o - p o t y l i c z n y — s z w u p o t y l i c z n e g o *(sut. occipitalis s. sut. lambdoidea)* i nakoniec szew spajający obydwie kości ciemieniowe, opisywany jest jako — s z e w s t r z a ł k o w y *(sut. sagittalis)*. Co się tyczy tego ostatniego to zasługuje na uwagę, iż w przeciwieństwie do stosunków panujących u człowieka, u którego szew międzyczołowy t. j. szew łączący ze sobą obydwie kości czołowe, ulega znacznie wcześniejszemu zatarciu aniżeli szew strzałkowy, u pozostałych ssaków rzecz się ma wręcz odmiennie: zespolenie obu kk. ciemieniowych stale wyprzedza (zwłaszcza u Parzystokopytowców!) zrost kości czołowych! Pod względem swej budowy szew strzałkowy zaliczamy do typu szwów blaszkowatych, rzadziej (np. u człowieka) do typu ząbkowego.



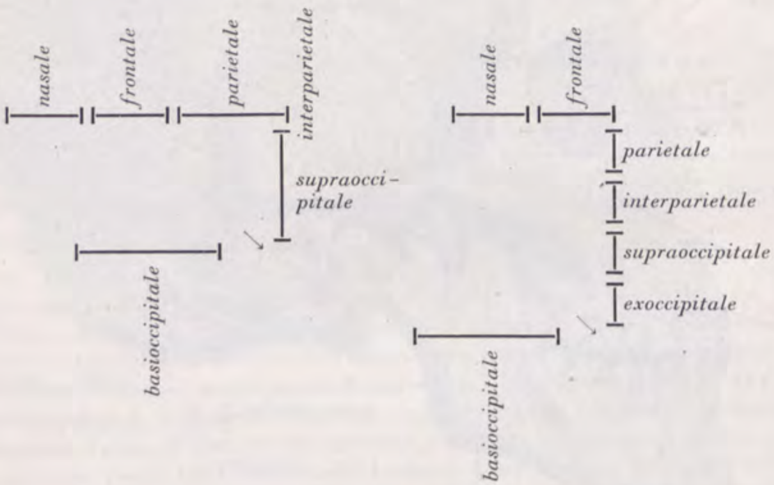
Rys. 137. Czaszka — c z ł o w i e k a w s p ó ł c z e s n e g o, widziana zboku. Zasługuje na szczególną uwagę: skrócenie zespołu szczękowego oraz okolicy nosowej, obecność wyniosłości bródkowej *(protuberantia mentalis)*, stan rozwoju gałęzi żuchwy, położenie oczodołu oraz stosunek jego do dołu skroniowego, wysklepienie okolicy czołowej i potylicznej, obecność wyrostka sutkowego *(proc. mastoideus)* i wreszcie przebieg szwu łuskowego *(sut. squamosa)*. (por. z rys. 143).

Zpośród pozostałych szwów kilka słów poświęcimy jeszcze — szwowi łuskowemu *(sut. squamosa)*, w którym krawędź górna łuski kości skroniowej pokrywa na znacznej przestrzeni krawędź dolną kość ciemieniowej. Naskutek takiego właśnie ustosunkowania się sąsiadujących kości, powierzchnia zewnętrzna kości ciemieniowej jest stale nieco mniejsza od jej powierzchni wewnętrznej.

Jak zaznaczyłem na wstępie, kość ciemieniowa winna być uważana jako jeden z najważniejszych składników sklepienia czaszki, z małem zastrzeżeniem jednak, odnoszącem się do *Bovinae*, u których naskutek niepomiernego wydłużenia kości czołowych ku tyłowi i powstania potężnych narostków, kości ciemieniowe zostały zepchnięte w obręb tarczy karkowej (rys. 157).

Nowy układ stosunków, w zestawieniu z układem występującym u wszystkich pozostałych ssaków, unaoczniają w sposób poglądowy poniższe diagramy (strzałką oznaczono otwór potyliczny wielki).

Położenie typowe kości ciemieniowych — Położenie kości ciemieniowych u *Bovinae*

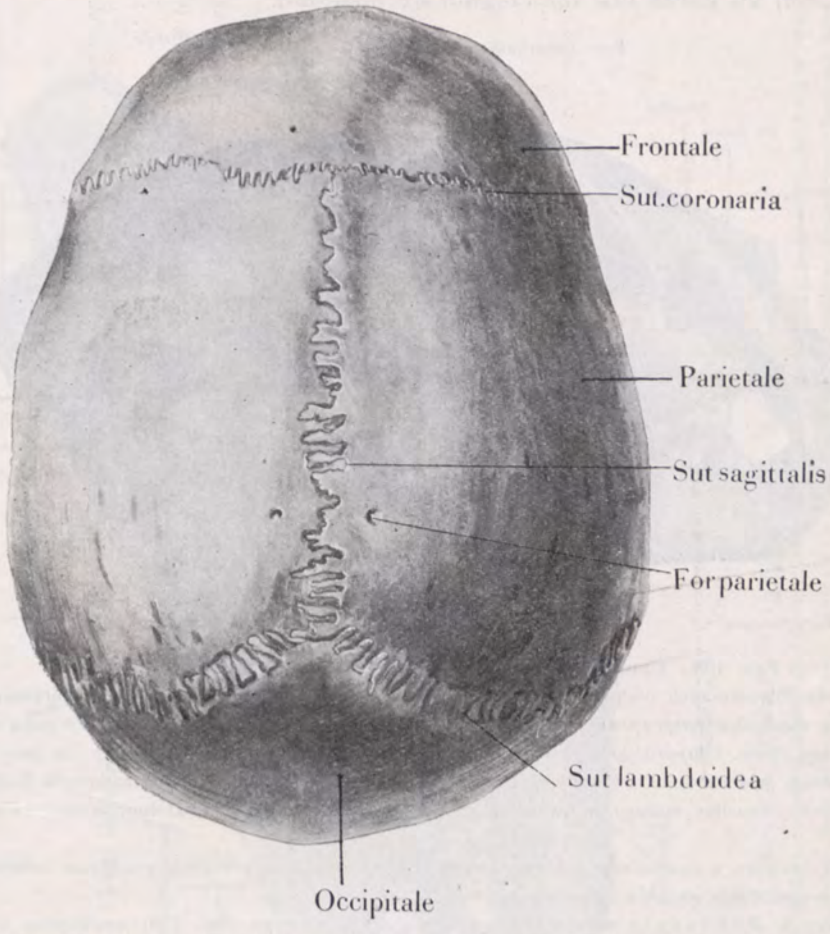


W diagramie prawym zasługuje ponadto na podkreślenie charakterystyczny stosunek potylicy górnej *(supraoccipitale)* do otworu potylicznego wielkiego! Jak widać nie bierze ona udziału w ograniczeniu owego otworu naskutek przesunięcia potylicy bocznej *(exoccipitale)* (rys. 133).

Niezależnie od położenia, w kości ciemieniowej rozróżniamy dwie powierzchnie: wypukłą — powierzchnię zewnętrzną *(facies ext.)* oraz wklęsłą, nieco większą od poprzedniej — powierzchnię we-

wnętrzną *(facies cerebralis)*, biorącą udział w ograniczeniu jamy czaszkowej.

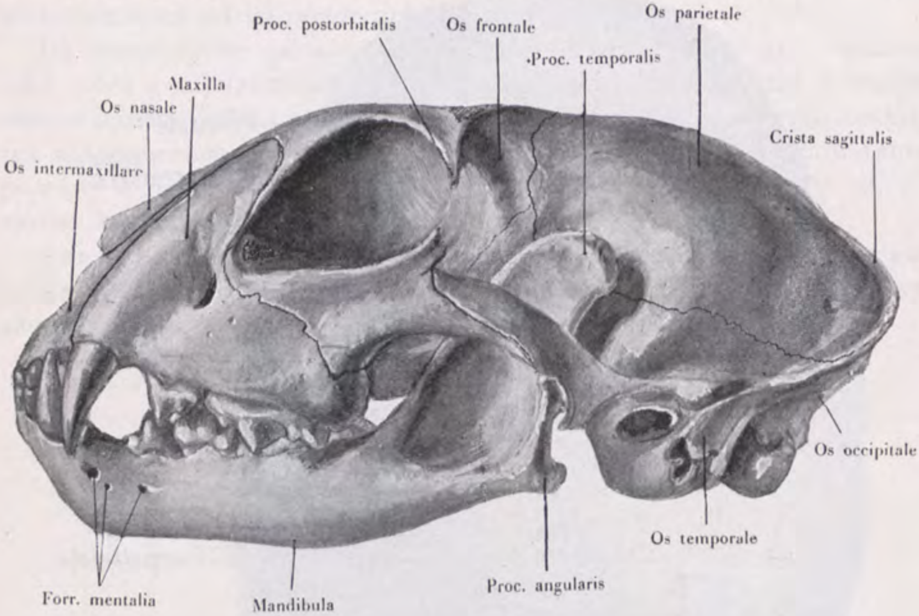
Powierzchnię zewnętrzną *(facies externa)* cechuje przedewszystkiem obecność podłużnie ciągnącej się listewki t. zw. — grze-



Rys. 138. Czaszka — człowieka, widziana od góry (»sklepienie czaszki« — *fornix cranii)*. Sklepienie czaszki człowieka ma w przybliżeniu postać jaja o wierzchołku skierowanym ku przodowi, jest zupełnie gładkie i bardzo szerokie (por. z rys. 211). Naskutek wczesnego zatarcia szwu międzyczołowego kość czołowa przyjmuje wtórnie postać kości nieparzystej. Wszystkie szwy sklepienia należą do typu ząbkowego.

bienia ciemieniowego *(crista parietalis os. parietalis* R. P.), (rys. 144) stanowiącego przedłużenie grzebienia czołowego zewnętrznego kości czołowej *(crista frontalis ext.)*, o którym będzie niebawem mowa. Grzebień ciemieniowy tworzy granicę górną dołu skroniowego *(fossa tem-*

poralis) i podobnie jak ten ostatni jest wykładnikiem stopnia rozwoju jednego z mięśni żwaczowych — mięśnia skroniowego. Innemi słowy równolegle z rozwojem wspomnianego mięśnia grzebień ciemieniowy zarysowywuje się wyraźniej lub słabiej, a jednocześnie wygina się mocniej ku górze lub też ciągnie się poziomo.

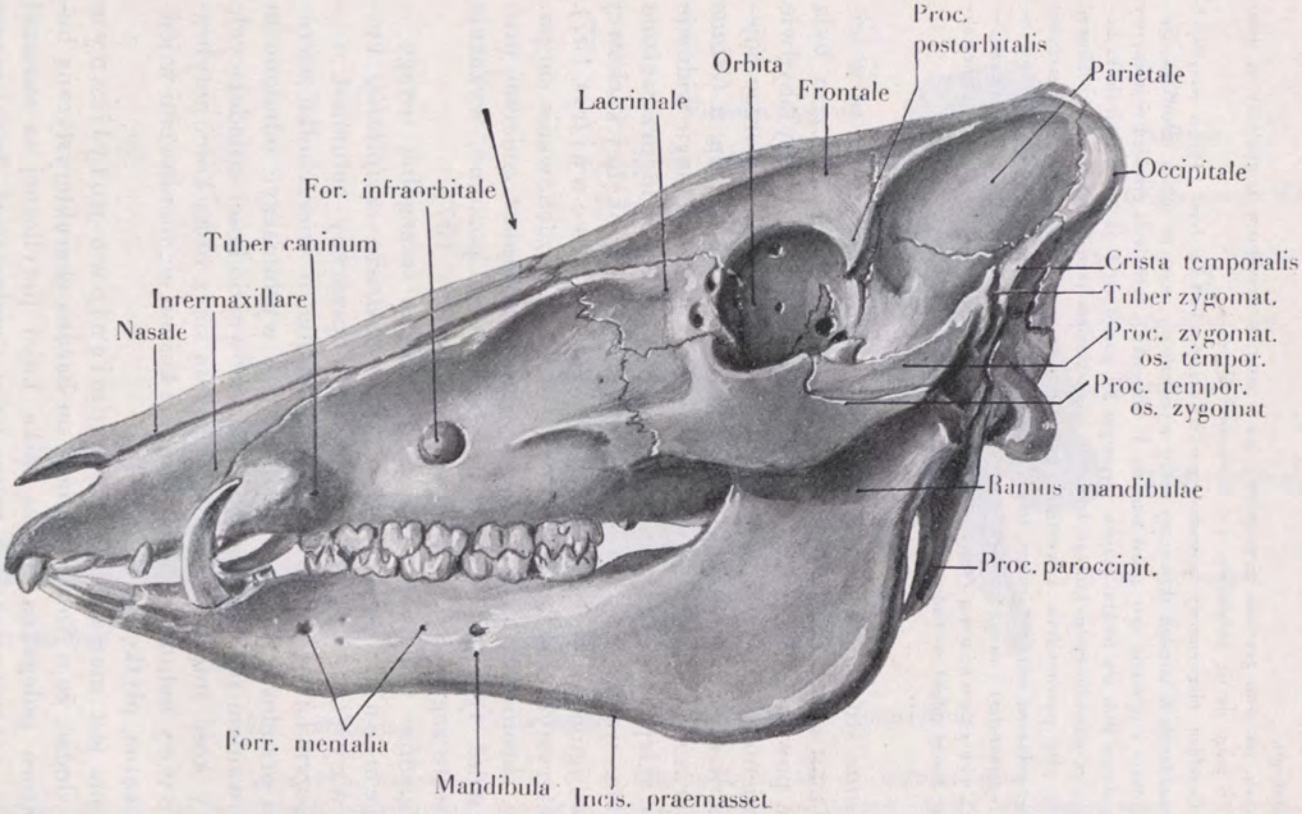


Rys. 139. Czaszka — r y s i a *(Lynx lynx* L.), przedstawiciela Kotowatych. Czaszkę Mięsożernych cechuje między innemi: rozległość dołu skroniowego, brak połączenia wyrostka zaoczodołowego *(proc. postorbitalis)* z łukiem jarzmowym, silny rozwój wyrostka skroniowego *(proc. temporalis)* żuchwy, obecność kłów, które w danym przypadku są przyczyną powstania widocznej tu wyniosłości kostnej na szczęce. Zpośród cech rozpoznawczych Kotowatych, zwrócimy szczególną uwagę na znaczne skrócenie trzewioczaszki (por. z rys. 140).

W związku z powyższem możemy rozróżnić dwa zasadnicze położenia grzebienia ciemieniowego:—położenie wysokie i—położenie niskie.

Typ I. P o ł o ż e n i e w y s o k i e grzebienia ciemieniowego (rys. 139) znajdujemy u ssaków o silnie rozwiniętym mięśniu skroniowym, a więc u Mięsożernych, u wielu Gryzoni, u Koniowatych, a zpośród Przeżuwaczy u wielbląda (rys. 200). Charakteryzuje się ono tem, że grzebień ciemieniony natychmiast po odejściu od grzebienia czołowego zewnętrznego kieruje się gwałtownie ku górze gdzie spotkawszy się z takimże samym grzebieniem przeciwległej strony, spaja się z nim tworząc wyniosły — g r z e b i e ń s t r z a ł k o w y z e w n ę t r z n y *(crista sagittalis ext.)*, ciągnący się wzdłuż szwu strzałkowego aż po guzowatość potyliczną zewnętrzną (rys. 139). Owe spotkanie grzebieni ciemieniowych i utworzenie grzebienia strzałkowego zewnętrznego ma miejsce u Koniowatych, mniej więcej, w połowie długości szwu strzałkowego, natomiast u Mięsożernych, u których mięsień skroniowy jest wyjątkowo silnie rozwinięty, połączenie następuje w bezpośredniem sąsiedztwie szwu wieńcowego.

W nawiasie dodam, iż jeżeli chodzi o *Canidae,* to położenie wysokie grzebienia ciemienio-



Rys. 140. Czaszka — d z i k a (*Sus scrofa.* L.), widziana zboku.
Strzałką oznaczono budowę okolicy czołowonosowej charakterystyczną dla dzika (por. z rys. 141), pozatem rzuca się w oczy: znaczne wydłużenie trzewioczaszki, obecność guza kłowego (*tuber caninum*) i guza jarzmowego (*tuber zygomaticum*), budowa łuku jarzmowego, wydłużenie wyrostka przypotylicznego (*proc. paroccipitalis*) i wreszcie obecność zaczątka grzebienia twarzowego (*crista facialis*).

wego stwierdzamy li tylko u ras psów wielkich, albowiem u ras psów małych omawiany grzebień zajmuje zawsze położenie niskie naskutek czego są one pozbawione grzebienia strzałkowego zewnętrznego.

U *Felis dom.* zarówno grzebień ciemieniowy jak i grzebień strzałkowy zewnętrzny są słabo zaznaczone. To samo da się powiedzieć i o większości Gryzoni.

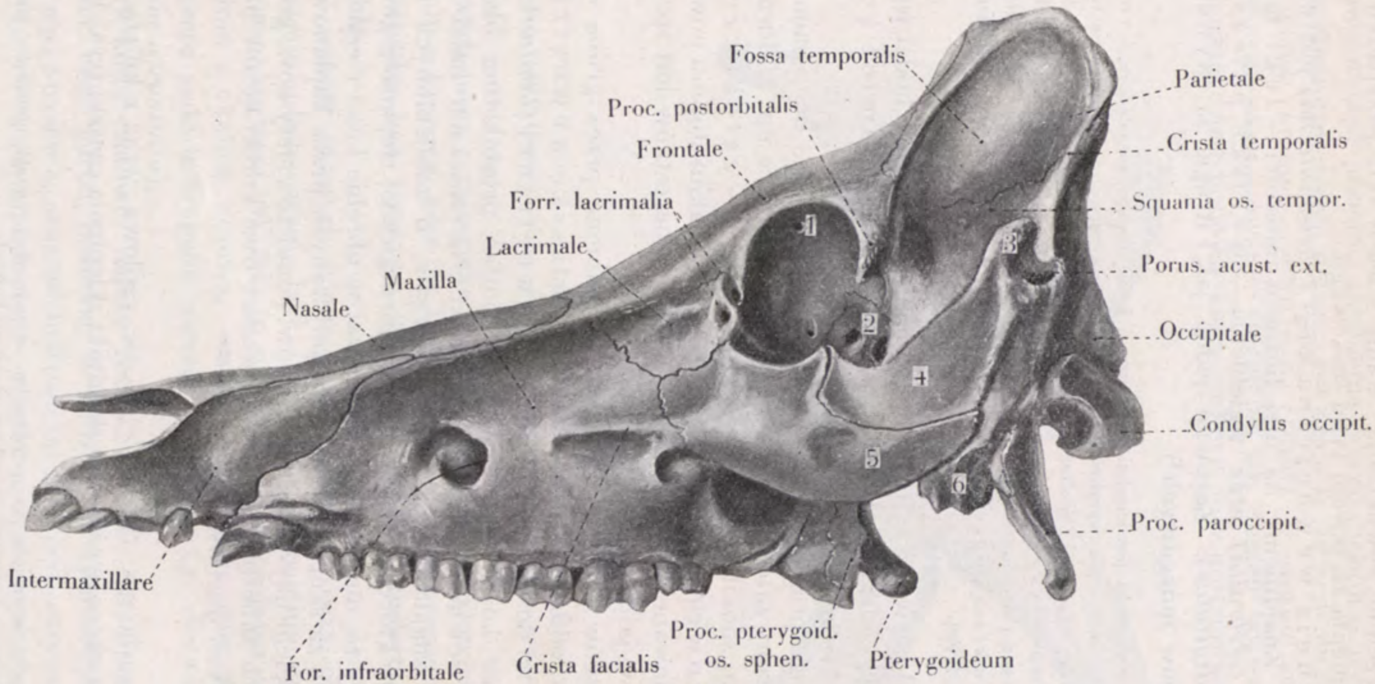
Typ II. Grzebień ciemieniowy posiada — p o ł o ż e n i e n i s k i e (rys. 144) u wszystkich ssaków wyposażonych w mięsień skroniowy słabo wykształcony, mam na myśli: człowieka, Naczelne, Świniowate i wreszcie rasy psów małych. U wszystkich tych istot grzebień ciemieniowy ciągnie się poziomo (lub też lekkim łukiem wygiętym ku górze) wtył aż do grzebienia karkowego górnego, za pośrednictwem którego łączy się z grzebieniem skroniowym kości skroniowej. W ten sposób cała powierzchnia zewnętrzna kości zostaje podzielona na dwie płaszczyzny wtórne: jedną, położoną nad grzebieniem, lekko wypukłą — p o w i e r z c h n i ę s k l e p i e n i o w ą *(facies tegmentalis)* i drugą znajdującą się pod grzebieniem, zazwyczaj nieco wklęsłą, — p o w i e r z c h n i ę s k r o n i o w ą *(facies temporalis).* Jak z samej nazwy wynika powierzchnia skroniowa bierze udział w budowie ścian dołu skroniowego *(fossa temporalis).*

U *Bovinae* stosunki przedstawiają się nieco odmiennie, a to w ścisłym związku z przemieszczeniem kości ciemieniowych, o czem była wzmianka powyżej. Wprawdzie jak i u innych Przeżuwaczy obydwie kości ciemieniowe zrastają się bardzo wcześnie ze sobą, tworząc pojedyńczą, podkowiasto wygiętą płytkę, podczas gdy jednak np. u *Ovinae* lub u *Caprinae* powierzchnia sklepieniowa w dalszym ciągu widnieje w obrębie sklepienia czaszki, u *Bovinae* jest ona mocno przewężona (około 1 cm. wysokości) i z racji swego położenia w okolicy karkowej czaszki zasługuje na nazwę — p o w i e r z c h n i k a r k o w e j (rys. 157).

Charakterystycznem dla *Bovinae* jest również zachowanie się powierzchni skroniowej kości ciemieniowej, która zamiast zmierzać prostopadle wdół, tym razem położona jest nieomal poziomo, wykazuje rynienkowate zagłębienie i jest bardzo wąska (rys. 157).

Ze względów rozpoznawczych zasługuje na szczególną uwagę — s z e w c i e m i e n i o w o - p o t y l i c z n y *(sut. parieto-occipitalis),* który u — o w c y *(Ovis* L) posiada przebieg poprzeczny natomiast u — k o z y *(Capra* L) wykazuje kątowe załamanie, o wierzchołku zwróconym ku przodowi. Różnice te dadzą się wytłumaczyć odmiennem ustosunkowaniem się kości międzyciemieniowej do kości sąsiadujących: u — k o z y kość międzyciemieniowa zrasta się z łuską kości potylicznej, u — o w c y natomiast łączy się ona z kośćmi ciemieniowemi w jedną, pięciokątną, płytkę.

Skoro już jest mowa o s z w i e c i e m i e n i o w o - p o t y l i c z n y m to należy dodać, że u *Suinae* posiada on bardzo charakterystyczną budowę, a która polega na tem że łuska kości potylicznej na znacznej przestrzeni pokrywa odcinek tylny kości ciemieniowej, dzięki czemu powierzchnia wewnętrzna tej ostatniej znacznie przewyższa rozmia-



Rys. 141. Czaszka — ś w i n i d o m. *(Sus dom.)* bez żuchwy, widziana zboku.
Zwrócić szczególną uwagę na: wyrostek przypolityczny, na budowę łuku jarzmowego, na kierunek otworu słuchowego zewn. *(porus acusticus ext.)* oraz na profil okolicy czołowonosowej (por. z rys. 140).
1 — *for. supraorbitale inf.;* 2) — *for. opticum;* 3) — *tuber zygomaticum;* 4 — *proc. zygomat. os. temporalis;* 5 — *proc. temporalis os. zygomatici;* 6 — *bulla tympanica.*

rami jej powierzchnię zewnętrzną. Mamy więc w tym przypadku ponownie do czynienia ze szwem typu łuskowego.

Powierzchnia wewnętrzna kości *(facies interna)* jest wklęsła i nierówna. Znajdujemy na niej liczne wyniosłości — łęki mózgowe *(juga cerebralia)* oraz wgłębienia — wyciski palczaste *(impressiones digitatae)*. Zarówno jedne jak i drugie są wywołane uciskiem zawojów mózgowych[1]).

Pozatem mogą widnieć na powierzchni wewnętrznej kości bogato rozgałęzione — rowki tętnicze *(sulci arteriosi)*, silnie wyrażone u człowieka i u psa, wywołane przebiegiem tętnicy oponowej średniej i jej odgałęzień. Wzdłuż szwu strzałkowego ciągnie się niski — grzebień strzałkowy wewnętrzny *(crista sagittalis int.)*, po obu zaś jego stronach płytkie — rowki strzałkowe *(sulci sagittales)*. W odcinku tylnym kości występuje często głęboka bruzda, zwana — rowkiem poprzecznym *(sulcus transversus)*, służąca do pomieszczenia odpowiedniej zatoki żylnej.

U *Felidae* od krawędzi tylnych kości ciemieniowych odchodzi wgłąb jamy czaszkowej cienka blaszka kostna, stanowiąca — namiot kostny *(tentorium osseum)* o którym była mowa powyżej.

Na zakończenie pragnę dodać że wnętrze kości może być zpneumatyzowane od strony zatok czołowych, jak to ma miejsce np. u *Bovinae*, u których w ten sposób powstają silnie rozwinięte — zatoki czołowociemieniowe *(sinus frontoparietales)*. W jakim stopniu powstanie ich spowodowane jest obecnością ciężkich narostków jest sprawą dotychczas niewyjaśnioną.

U innych ssaków wnętrze kości jest wypełnione przez grubą warstwę śródkościa, oddzielającego cieniutką — blaszkę wewnętrzną *(lamina vitrea)* od dość grubej — blaszki zewnętrznej *(lamina ext.)*.

U *Hominidae* kość ciemieniowa ma postać prostokątnej blaszki o powierzchni wewnętrznej mocno wklęsłej. Na czaszkach ludzi wykopaliskowych znajdowano niekiedy okrągłe, o zabliźnionych krawędziach otwory które, uważano za ślady chirurgicznej trepanacji głowy. Obecnie otwory te, umieszczone zazwyczaj w obrębie kości ciemieniowej, są uważane za skutki operacji wykonywanych przez kapłanów na niewolnikach celem uzyskania talizmanów, (amuletów, fetyszów, gri-gri i t. p.), mających zabezpieczać osoby noszące owe krążki kostne przed działalnością złych duchów.

5. Kość czołowa *(frontale)*. Kość czołowa wraz z kością ciemieniową stanowią najważniejsze składniki sklepienia czaszki (rys. 139).

---

[1]) Obecność owych nierówności na powierzchni wewnętrznej czaszki umożliwia niekiedy odtworzenie ukształtowania mózgowia u ssaków wykopaliskowych.

Nazwę swą kość ta zawdzięcza stosunkom panującym u człowieka, u którego część przednia sklepienia czaszki, naskutek niebywałego rozrostu płata czołowego mózgu, uwydatniła się pod postacią prostopadłej ściany, zwanej — »c z o ł e m« *(frons)*. Iż istotnie czynnikiem modelującym ukształtowanie sklepienia jest stopień rozwoju mózgu, dowodem tego jest budowa kości czołowej u współczesnych ras ludzkich



Rys. 142. Czaszka — b a r a n a *(Ovis* L) czteronarostkowego, widziana od przodu.

niższych oraz u człowieka pierwotnego (np. u człowieka z Naenderthalu), u których kość czołowa jest mocno spłaszczona, dzięki czemu przechodzi bez wyraźnej granicy w okolicę ciemieniową (rys. 137 i 143).

U ssaków niższych ściana górna czaszki tworzy płaszczyznę jednostajnie płaską wzgl. lekko wypukłą i łagodnie opuszczającą się w kierunku nosa. W taki to sposób okolica czołowa łączy się bezpośrednio z okolicą nosową, »czoło« jako takie nie wyodrębnia się, a przeto ssaki te wypada uważać za — i s t o t y »b e z c z o ł e« *(mammalia afrontalia)*.

W kości czołowej należy rozróżnić dwie zasadnicze blaszki albo części: część górną, poziomą, wchodzącą w skład sklepienia, — c z ę ś ć s k l e p i e n i o w ą, oraz odchodzącą od niej pod ostrym kątem wdół — c z ę ś ć b o c z n ą, albo lepiej — c z ę ś ć o c z o d o ł o w ą, tworzącą ścia-

nę przyśrodkową oczodołu. Oddziela je łukowato zakreślona, ostra — krawędź nadoczodołowa *(margo supraorbitalis)*, przechodząca wtyle w wyrostek zaoczodołowy o którym będzie mowa poniżej (rys. 137, 139, 140).

Część sklepieniowa albo—łuska kości czołowej *(squama s. pars nasofrontalis)*, ma kształt wielokątnej, poziomo ustawionej płaskiej lub lekko wypukłej blaszki, łączącej się wtyle z kością ciemieniową za pośrednictwem — szwu wieńcowego *(sutura coronaria)*, naprzedzie z kością nosową, kością sitową, kością łzową, a u Psowatych i ze szczęką i wreszcie dośrodkowo kości czołowe obu stron łączy — szew międzyczołowy *(sut. frontalis;* syn.: *sut. metopica)*.



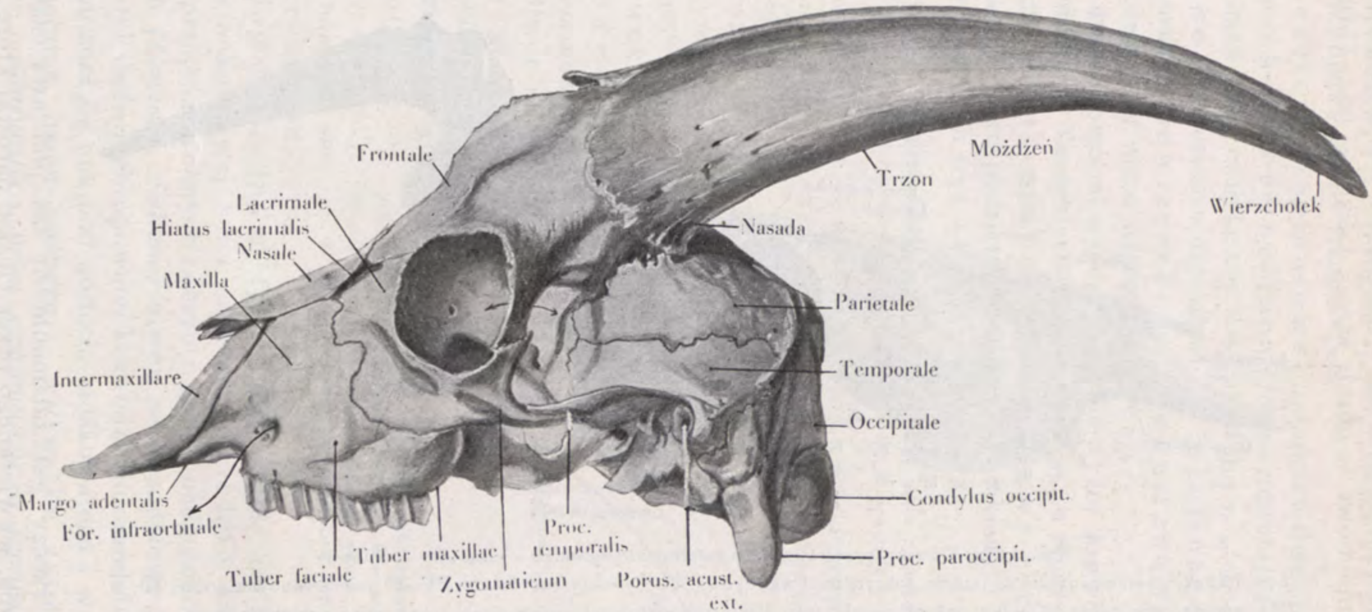
Rys. 143. Czaszka ✝ *Hominis neandertalensis* King z La Chapelle-aux-Saints (wlg. M. Boule'a). Patrz tom I, str. 90, oraz rys. 45.

Czaszkę—człowieka wykopaliskowego (✝ *Homo fossilis)* cechuje, między innemi, nieznaczne wysklepienie okolicy czołowej, silny rozwój łuków nadbrwiowych, prognatyzm układu szczękowego oraz wybitne zaznaczenie wszelkich guzowatości (np. guzowatości potylicznej zewn.). Osobnik, którego czaszkę przedstawia nin. rysunek był prawdopodobnie starcem za czem przemawia zanik wyrostków zębodołowych szczęki i żuchwy naskutek utraty zębów (por. z rys. 137).

U *Hominidae* kości czołowe już u osobników młodych zrastają się całkowicie w jedną, niepodzielną silnie uwypukloną kość, czołową (rys. 137, 138). U *Quadrupeda* szew śródczołowy pozostaje przez całe życie, wzgl. zaciera się dopiero w podeszłym wieku.

Przebieg szwu czołowo-ciemieniowego albo szwu wieńcowego może służyć jako ważna cecha rozpoznawcza w wątpliwościach nasuwających się przy odróżnianiu czaszki — owczej od czaszki — kozy. Otóż, podczas gdy w przypadku pierwszym szew wieńcowy jest ostro załamany ku przodowi, u — kozy ciągnie się on wzdłuż linji prostej poprzecznej.

Na szczególną uwagę zasługują stosunki u *Bovinae* u których całe sklepienie czaszki jest utworzone przez szerokie i bardzo wydłużone



Rys. 144. Czaszka — k o z y *(Capra* L) bez żuchwy, widziana zboku.

Podobnie jak i u innych Przeżuwaczy pierścień oczodołowy *(annulus orbitalis)* tworzy nieprzerwaną obręcz dookoła wejścia do oczodołu, a w miejscu zetknięcia się k. łzowej z k. nosową widnieje szczelina łzowa *(hiatus lacrimalis* (por. z rys. 145). Zwrócić ponadto uwagę na stosunki kości ciemieniowej, oraz na budowę narostków.

Jedna ze strzałek oznacza połączenie między oczodołem i dołem skroniowym, a druga wskazuje ujście otworu podoczodołowego *(for. infraorbitale)*

(Ze zbiorów Zakładu Anatomji Prawidłowej Wydz. Wet. U. W.).

kości czołowe, rozpościerające się aż po wał karkowy, spychając w ten sposób kości ciemieniowe w obręb tarczy karkowej (rys. 150). Powo-



Rys. 145. Czaszka przedstawiciela antylop afrykańskich — *Bubalis* Lichtenst. Spiralnie skręcone możdżenie są jeszcze pokryte pochwą rogową. F — *for. infraorbitale*; P^2—P^4 przedtrzonowce górne; M^1, — M^3 — trzonowce górne. Ogólny pokrój czaszki tego Parzystokopytowca pustorogiego przypomina ukształtowanie czaszki kozy (rys. 144), tymrazem jednak stwierdzamy: zupełny brak szczeliny łzowej (*hiatus lacrimalis*), budowę spiralną możdżeni, mniejszy zasięg powierzchni dołu skroniowego (*fossa temporalis*) oraz słabszy rozwój wyrostków przypotylicznych (*procc. paroccipitales*).

(Ze zbiorów Państwowego Muzeum Zoologicznego).

dem tego stanu rzeczy jest załamanie się osi podstawy czaszki pod wpływem ciśnienia, wywieranego przez ciężkie narostki które nazwie-

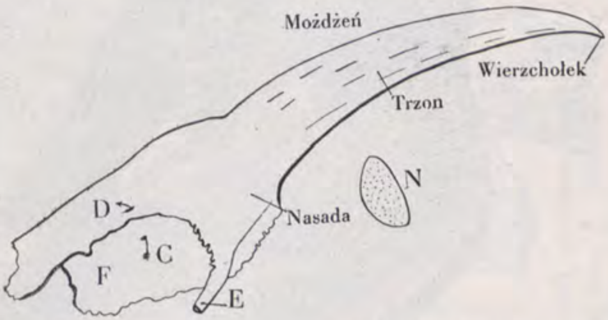
my — m o ż d ż e n i a m i (»rogami«) oraz naskutek powiększenia powierzchni żującej zębów trzonowych.

W — c z ę ś c i s k l e p i e n i o w e j opisujemy dwie powierzchnie: — p o w i e r z c h n i ę w e w n ę t r z n ą *(facies interna)*, tworzącą odcinek przedni ścian jamy czaszkowej a wyposażoną w głębokie — w y c i s k i m ó z g o w e *(impressiones digitatae)* i — ł ę k i m ó z g o w e *(juga cerebralia)* oraz — p o w i e r z c h n i ę z e w n ę t r z n ą *(facies externa)*, której poświęcimy nieco więcej tutaj uwagi.

Otóż, dośrodkowo od wspomnianej powyżej krawędzi nadoczodołowej widnieje u Naczelnych, u Przeżuwaczy, u Koniowatych i u Świniowatych szeroki — o t w ó r n a d o c z o d o ł o w y g ó r n y *(for. supraorbitale sup.)* często podzielony na dwa, a niekiedy i na większą ilość otworów wtórnych (rys. 146 D).

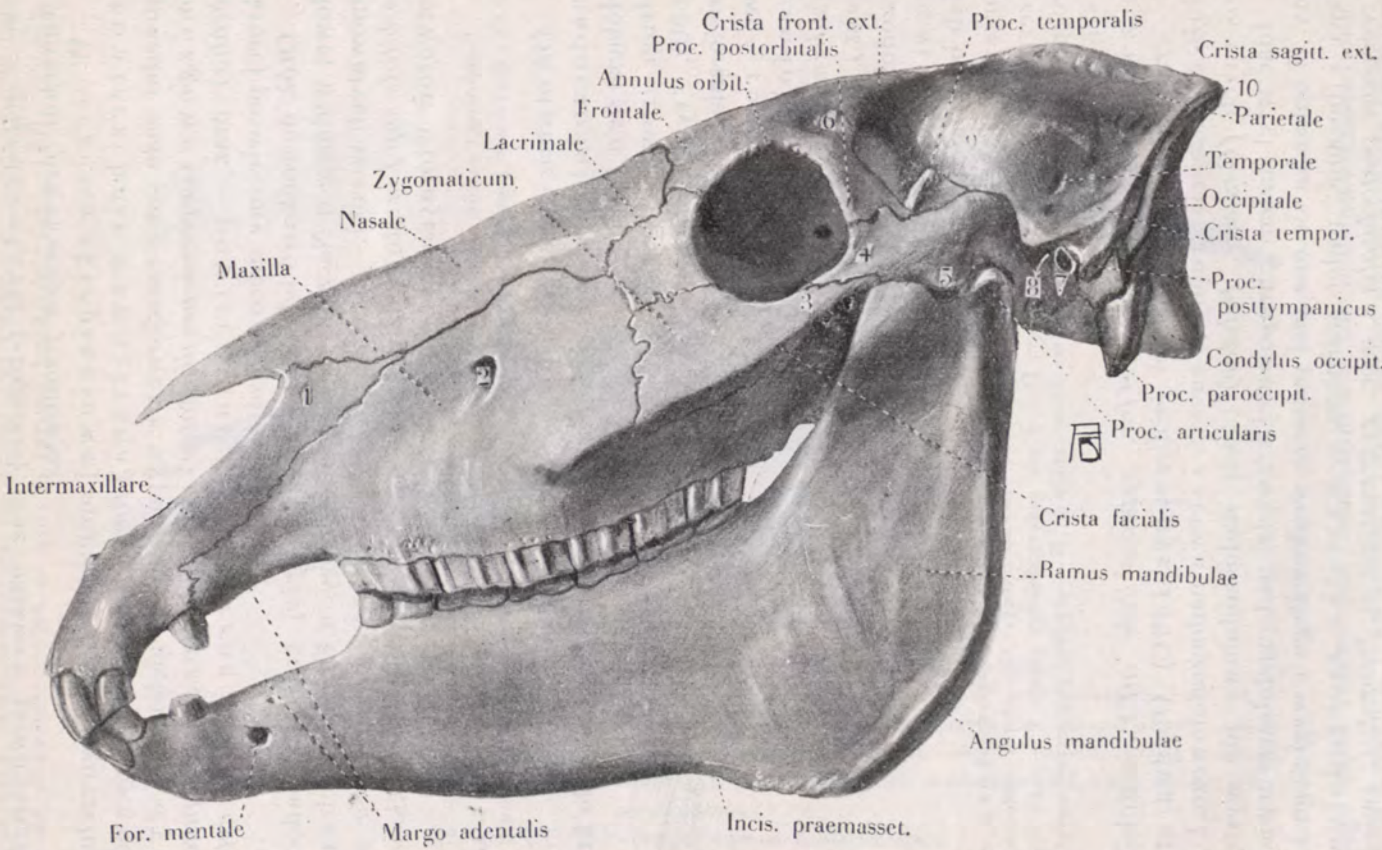
U człowieka otwór nadoczodołowy może być zastąpiony przez głębokie — w c i ę c i e n a d o c z o d o ł o w e *(incisura supraorbitalis)*, wrzynające się w krawędź nadoczodołową.

Od otworu ciągnie się u *Artiodactyla* ku przodowi płytki — r o w e k n a d o c z o d o ł o w y p r z e d n i *(sulcus supraorbitalis ant.)*, do którego dołącza się u *Bovinae* drugi rowek (rys. 150), tym razem zmierzający ku tyłowi, — r o w e k n a d o c z o d o ł o w y t y l n y *(sulcus supraorbitalis post.)*. Otwór nadoczodołowy górny stanowi ujście mniej lub bardziej długiego przewodu (bardzo obszernego u *Bovinae!*), rozpoczynającego się — o t w o r e m n a d o c z o d o ł o w y m d o l n y m *(for. supraorbitale inf.)*, widniejącym w części oczodołowej kości czołowej (rys. 146C). Obydwa otwory służą do przejścia drobnych naczyń i nerwu nadoczodołowego. U Mięsożernych *(Canidae, Felidae)* otwór nadoczodołowy nie występuje.



Rys. 146. Wyosobniona lewa kość czołowa—k o z y, widziana zboku. E — wyr. zaoczodołowy; C — otwór nadoczodołowy dolny; D — otwór nadoczodołowy górny; F — część oczodołowa kości czołowej; N — przekrój poprzeczny narostka.

Idąc wtył śladem chropowatej krawędzi nadoczodołowej stwierdzamy, iż opuszcza się ona pod postacią stożkowatego i wygiętego ku tyłowi i bocznie, nader ważnego, — w y r o s t k a z a o c z o d o ł o w e g o *(processus postorbitalis s. proc. zygomaticus os. frontalis)*, zmierzającego w kierunku łuku jarzmowego (rys. 146, 147, 157).



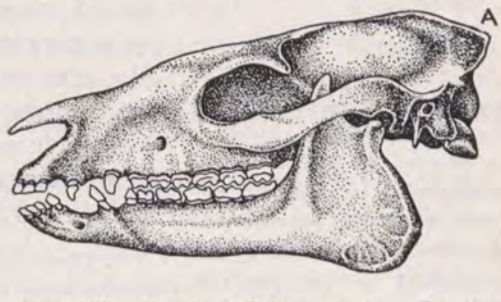
Rys. 147. Czaszka — z e b r y *(Hippotigris* Quagga Chapmani Layard). 1. *proc. nasalis os. intermaxil.;* 2. *for. infraorbitale;* 3. *proc. tempor. os. zygomat.;* 4. *proc. zygomat. os. tempor.;* 5. *tbc. articulare;* 6. *for. supraorbit.;* 7. *porus acusticus ext.;* 8. *for. postglenoideum;* 9. *fossa temporalis;* 10. *protuberantia occ. ext.* (Ze zbiorów Państwowego Muzeum Zoologicznego).

Wyjątkowo (np. u *Procavia)* w budowie omawianego wyrostka może wziąść udział także i kość ciemieniowa.

W wyrostku zaoczodołowym należy rozróżnić — krawędź przednią albo — oczodołową *(margo orbitalis)*, wchodzącą w skład — pierścienia oczodołowego *(annulus orbitalis)* oraz tępą krawędź tylną, ograniczającą od przodu dół skroniowy *(fossa temporalis)*. Ukształtowanie tego niezwykle charakterystycznego wyrostka bywa bardzo różnorodne. Biorąc ogólnie przybiera on dwie zasadnicze postacie:

1) W — typie pierwszym wyrostek zaoczodołowy jest krótki i dzięki temu nie łączy się z łukiem jarzmowym lecz kończy się wolno (rys. 106, 113, 168), a krawędź oczodołu, zwana również — pierścieniem oczodołowym *(annulus orbitalis)* jest wtyle otwarta. Typ ten występuje u Mięsożernych (za wyjątkiem niektórych zpośród *Herpestinae)*, u Gryzoni, Torbaczy, Owadożernych i u Świniowatych.

2) Typ drugi cechuje wyrostek zaoczodołowy długi, spajający się wdole z łukiem jarzmowym (z kością jarzmową!, rzadziej z kością skroniową). W ten sposób pierścień oczodołowy tworzy dookoła oczodołu obręcz zamkniętą, oddzielającą, aczkolwiek tylko powierzchownie, dół skroniowy od oczodołu. Tego rodzaju wyrostek posiadają Przeżuwacze i Koniowate (rys. 144, 145, 147, 153, 156, 157). Dla ścisłości muszę zaznaczyć, iż u ✝ *Palaeohippidae* oczodół łączył się jeszcze szeroko z dołem skroniowym i dopiero w mjocenie pierścień oczodołowy uległ zamknięciu (rys. 148).



Rys. 148. Czaszka ✝ *Eohippus'a* (wg. Cope'go), odległego przodka współczesnych Koniowatych. Na szczególną uwagę zasługuje brak zamkniętego pierścienia oczodołowego.

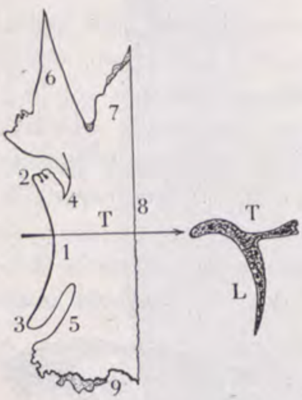
Jest rzeczą wielce prawdopodobną, że niedomknięcie pierścienia oczodołowego jest objawem pierwotnym, wypartym u niektórych ssaków przez typ drugi wskutek zmian w mechanice nagryzania pokarmu.

Krawędź tylna wyrostka zaoczodołowego przechodzi wtyle bez wyraźnej granicy w tak zw. — grzebień czołowy zewnętrzny *(crista frontalis ext. s. crista temporalis)*, przebieg którego jest w ścisłym związku z rozległością dołu skroniowego. A więc, u ssaków o silnie rozwiniętym mięśniu skroniowym (u większości Mięsożernych, a po części i u Kotowatych), grzebień skroniowy kieruje się gwałtownie dośrodkowo i zetknąwszy się na sklepieniu czaszki z takimże samym grzebie-

niem przeciwległej strony, tworzy wzdłuż szwu międzyciemieniowego, mocniej lub słabiej zaznaczony, — grzebień strzałkowy zewn. *(crista sagittalis ext.)*, kończący się u guzowatości potylicznej zewnętrznej (rys. 106, 113).

U Kotowatych i u ras psów małych ów grzebień jest bardzo słabo zaznaczony.

Nieco odmiennem jest zachowanie się grzebienia czołowego zewnętrznego u Przeżuwaczy, u Świniowatych, Gryzoni i u większości Naczelnych. W samej rzeczy, naskutek stosunkowo słabego stopnia rozwoju dołu skroniowego, grzebień czołowy zewn. ciągnie się mało wygiętym łukiem, a więc nieomal poziomo, wprost ku tyłowi wzdłuż ściany bocznej czaszki, łącząc się za pośrednictwem grzebienia ciemieniowego kości ciemieniowej z grzebieniem skroniowym kości skroniowej. Iż istotnie położenie grzebienia jest uzależnione od stanu rozwoju mięśnia skroniowego, za dowód mogą służyć stosunki obserwowane np. u goryla. Otóż, stwierdzono iż podczas gdy u osobnika młodego grzebień jest osadzony nisko (jak np. u człowieka), u samców dorosłych, pod naporem mięśnia skroniowego, przemieszcza się on dośrodkowo tworząc wyraźny grzebień strzałkowy zewnętrzny.



Rys. 149. Wyosobniona lewa kość czołowa królika, widziana od góry. Po stronie prawej przedstawiono tąż samą kość, widzianą w przekroju poprzecznym. T—część sklepieniowa; L—część oczodołowa (obydwie części są widziane w przekroju poprzecznym na rysunku prawym). 1 — krawędź oczodołowa; 2—wyrostek przedoczodołowy; 3 — wyrostek zaoczodołowy; 4—wcięcie przedoczodołowe; 5 — wcięcie zaoczodołowe; 6—wyrostek boczny; 7 — wyrostek nosowy; 8 — szew strzałkowy.

U *Hominidae* tuż powyżej krawędzi nadoczodołowej widnieje lekkie chropowate wzniesienie — łuk brwiowy *(arcus superciliaris)*, a który u *Anthropoidea* i u ras ludzkich pierwotnych *(✝ Homo sapiens fossilis)* przybiera postać wysuwającego się ponad oczodół bardzo charakterystycznego kostnego daszka *(torus superciliaris)* (rys. 143).

Jeszcze wyżej dostrzegamy kulistą wyniosłość, lepiej wyrażoną u kobiet, u dzieci i u osób dotkniętych krzywicą, zwaną — guzem czołowym *(tuber frontale)*. Znaczenie guza czołowego nie jest dotychczas wyjaśnione.

Powracając do wyrostka zaoczodołowego, pragnę podkreślić jego charakterystyczne ukształtowanie u Zającowatych *(Leporidae)*, u których przedziela go od sklepienia czaszki bardzo głębokie — wcięcie zaoczodołowe *(incisura postorbitalis)*. Podobne — wcięcie przedoczodołowe *(incisura praeorbitalis)* widnieje i w przednim odcinku kości czołowej (rys. 149) dając początek nieco krótszemu — wyrostkowi przedoczodołowemu *(proc.*

praeorbitalis R. P.). Dzięki powyższym stosunkom obydwie kości czołowe wzięte razem, oglądane zgóry, mają kształt krzyża o bardzo grubych ramionach.

Krawędź przednia kości czołowej, a więc ta która zdąża na spotkanie z kością nosową, często wyciąga się pod postacią występu, zwanego — wyrostkiem nosowym *(proc. nasalis)* (rys. 149). U *Canidae* ma on kształt ostrego kolca wciskającego się między szczękę i kość nosową; u *Bovinae* wyrostek ten jest tępy i umieszczony między kością nosową i kością łzową i wreszcie u *Equidae* wsuwa się on między obydwie kości nosowe.

Niezależnie od dwóch opisanych wyrostków, które występują zasadniczo u wszystkich ssaków, jest jeszcze jeden, mam na myśli swoistą wyniosłość kostną, — narostek powszechnie zwany niesłusznie »rogiem«, a w który są wyposażeni liczni przedstawiciele Przeżuwaczy *(Bovidae, Cervidae, Giraffidae, Antilocapridae)*. Wprawdzie do sprawy tej powrócimy w formie bardziej wyczerpującej przy opisie skóry i jej pochodnych, temniemniej uważam za celowe umieszczenie już na tem miejscu luźnych uwag, usprawiedliwionych ścisłą łącznością tej wyniosłości z kością czołową (rys. 150).

Poza żyjącemi obecnie Przeżuwaczami w narostki były wyposarzone liczne formy kopalne, że wymienię tylko: ✝ *Titanotheriidae* (rys. 105), ✝ *Amblypoda* (np. ✝ *Uintatherium*, ✝ *Eobasileus)*, ✝ *Embrithopoda* (np. ✝ *Arsinoitherium)* i t. d.

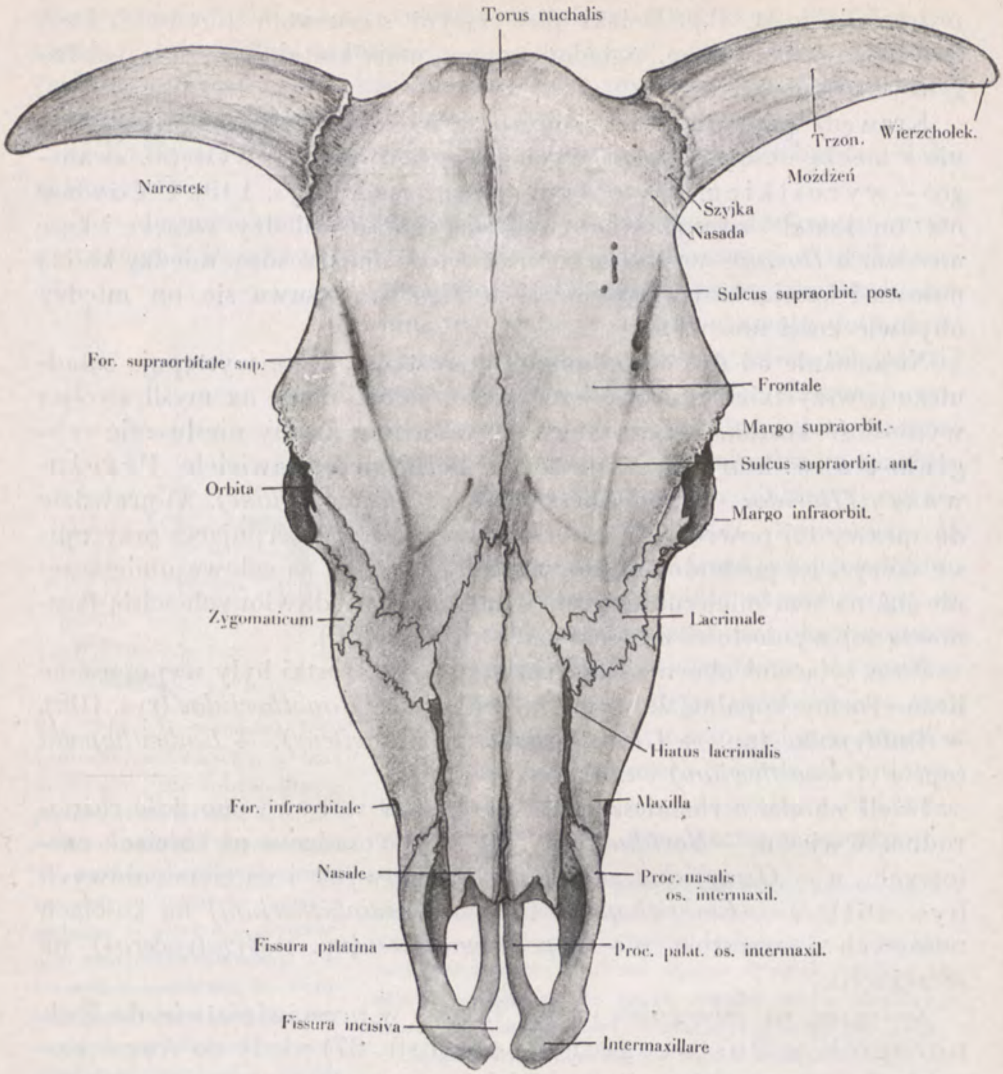
Jeżeli chodzi o rozmieszczenie narostków to bywa ono dość różnorodne. A więc u — *Bovidae* (rys. 150) są one osadzone na kościach czołowych, u — *Giraffidae* na kościach czolowych i na ciemieniowych (rys. 161), u — *Embrithopoda* (np. u ✝ *Arsinoitherium)* na kościach nosowych i wreszcie u ✝ *Hypertragulidae* (np. ✝ *Syndyoceras)* na szczękach...

Zasługuje na szczególną uwagę fakt że w przeciwieństwie do Pełnorogich, u Pustorogich (p. tom I str. 67) nigdy do rozgałęzionej budowy narostków nie dochodzi.

Ów wyrostek kostny kości czołowej będziemy nazywać — narostkiem *(proc. frontointegumentalis.* R. P.) a to celem zaznaczenia, iż powstaje on z okostnej kości czołowej i że nawiązuje mniej lub bardziej ścisłą łączność ze skórą wzgl. z jej pochodnemi.

Wprowadzenie nazwy — narostek tłumaczę tem że określenie to nie przesądza genezy owej wyniosłości i że odpowiedniejszej nazwy w piśmiennictwie polskiem nie znalazłem.

Narostek występuje pod dwiema zasadniczemi postaciami — możdżenia *(processus pro cornu)* u Pustorogich *(Cavicornia)* i u Kosmatorogich *(Vellericornia)*, — bodźca zaś u Pełnorogich *(Cervicornia)*.



Rys. 150. Czaszka — k r o w y, widziana od góry.

N a r o s t e k — m o ż d ż e ń (u — *Vellericornia* i u — *Cavicornia*)
— b o d z i e c (u — *Cervicornia*)

Ujęcie dwóch tworów tak różnych jak b o d z i e c i m o ż d ż e ń pod wspólną nazwą n a r o s t e k bynajmniej nie przesądza ich stopnia pokrewieństwa, albowiem sprawa ta nie jest dotychczas ustalona, a ma na celu jedynie podkreślenie spornego faktu, iż bądź co bądź są to dwie wyniosłości czołowe analogiczne (lecz nie homologiczne!) zwane potocznie u ssaków, z zachowanemi częściami miękkiemi, — »r o g a m i«.

Często stosowana nazwa »r ó g« dla określenia kostnej wyniosłości sklepienia czaszki nastręcza tę niedogodność, iż za wyjątkiem — N o s o r o ż c o w a t y c h *(Rhinocerotidae)*, u których owa wyniosłość istotnie jest zbudowana z istoty rogowej (rys. 213), u wszystkich pozostałych ssaków, tworzy ją t k a n k a k o s t n a w różnym zakresie okryta skórą, względnie wytworzoną przez nią istotą rogową.

Celem uniknięcia nieporozumień już obecnie zaznaczam, że pod nazwą — r o g u *(cornu)* należy rozumieć całą wyniosłość, a więc zarówno zrąb kostny jak i jego płaszcz skórny, a to według następującego wzoru:

r ó g = n a r o s t e k (możdżeń wzgl. bodziec) + p o c h w a s k ó r n a



Rys. 151. W a l k a j e l e n i *(Cervus elaphus* L.) (fot. H. Stephainsky'ego). Zwrócić uwagę na charakterystyczne ustawienie głów w przedłużeniu osi kręgosłupa i na postawę kończyn przednich.

Z obydwu składników rogu, będzie na tem miejscu omówiony jedynie jego składnik kostny, jako ten, który utrzymuje trwałą łączność z czaszką. Nazwy »wyrostek dla rogu« *(proc. pro cornu)* nie używam dlatego, gdyż może ona mieć zastosowanie li tylko przy omawianiu stosunków panujących u — P u s t o r o g i c h.

Jest rzeczą wielce prawdopodobną, iż owe narostki czołowe powstały jako odczyn miejscowy tkanek czaszki naskutek uderzeń walczących ze sobą zwierząt i że konflikty w czasie godów miłosnych na tle zawładnięcia samicą odgrywały tutaj niepośledną rolę (rys. 151). Starcia, które kończą się niekiedy smutno dla jednego z partnerów a niekiedy i dla obydwóch, kiedy splątane bodźce stron walczących unieruchamiają przeciwników, skazując je na śmierć głodową...

A oto malowniczy opis jednej z takich walk, prowadzonych przez łosie:

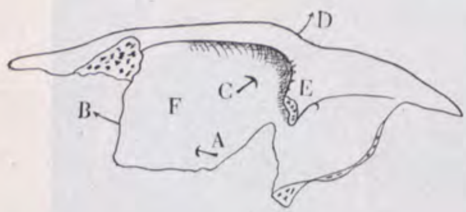
»W dzień przyjazdu mego do łowiska znaleziono rano ciepłe jeszcze zwłoki łosia, zabitego przez rywala. Był to słaby dwunastak o nierównem porożu (6+4).

Walka musiała być zażarta i długotrwała, gdyż po zdjęciu skóry nie znaleziono w niej nigdzie śladu przebicia, całe jednak ciało, a zwłaszcza boki i krzyż były potłuczone na miazgę i przedstawiały jedną siną masę.

Zabójca z łoszą odsunął się, jak się okazało, bardzo niedaleko i tegoż wieczora przyszedł do mnie na wab i padł od mojej kuli. Miał jeden tylko róg z pięciu odnogami, na miejscu zaś drugiego widniała dziura w czaszce wielkości dłoni, na dnie której widać było lepką maź mózgu. Zderzenie łopat musiało być tak silne, że róg wyłamał się wraz z kawałem czaszki, przeciwnik zaś stracił widocznie od wstrząsu tyle sił, że jednorożec mógł dokończył masakry swym jedynym rogiem«.... (Włodzimierz Korsak »Łoś«).

Oczywiście że narostki odgrywają również doniosłą rolę jako skuteczna broń w walce z mięsożernymi napastnikami a niejednokrotnie (Reniferowate, Nosorożcowate, ✝ *Titanotheriidae)* mogą służyć do wyszukiwania pokarmu.

O przeroście orthoewolucyjnym narostków była mowa w tomie pierwszym. U Przeżuwaczy pierwotnych narostki występowały prawdopodobnie pod postacią drobnych wyniosłości na kości czołowej, okrytych skórą uwłosioną, jak to obserwujemy jeszcze obecnie u — żyrafy *(Vallericornia).* Ścisła data pojawienia się narostków u — *Pecora* nie jest dotychczas ustalona, prawdopodobnym jest jednak pogląd, że stało się to w mjocenie (p. tom I str. 64).



Rys. 152. Wyosobniona lewa kość czołowa— cielęca, widziana zboku.
A, B — otwór sitowy boczny i przyśrodkowy; C, D — otwór nadoczodołowy dolny i górny; E — wyr. zaoczodołowy; F — część oczodołowa kości czołowej.

Budowa narostków oraz stosunek ich do skóry wzgl. do jej pochodnych nie jest u wszystkich Parzystokopytowców[1]) jednakowa, co nam pozwala rozróżnić trzy zasadnicze ich typy: — typ kosmatorogi, — typ pełnorogi i wreszcie — typ pustorogi.

1) U — Kosmatorogich *(Vellericornia)*, obejmujących Żyrafowate *(Giraffidae)* możdżeń powstaje jako wytwór kościotwórczej działalności okostnej pokrywającej kość ciemieniową (przyszła nasada), z którym zrasta się wtórnie drobna — kostka rogowa *(os cornu* Lankester), przyszły trzon narostka (rys. 161). Zwolna ów wyrostek przemieszcza się ku przodowi, wkraczając w obręb kości czołowej, gdzie przyjmuje postać niskiego stożka zakończonego kulkowatem zgrubieniem. Wnętrze możdżenia jest zwykle zpneumatyzowane przez zatokę czołową. Na szczególną uwagę zasługuje objaw, iż możdżeń poprzez okres całego życia jest okryty skórą uwłosioną, tej właśnie okoliczności zawdzięczając swą nazwę — kosmatorogu.

Jest rzeczą niezmiernie ciekawą, że w obrębie Żyrafowatych występują trzy typy odrębne, różniące się ilością możdżeni: u — *Giraffa camelopardalis capensis* jest ich tylko dwa, u — *Giraffa c. triceros* do dwóch czołowych dołącza się jeden nieparzysty — możdżeń nosowoczołowy i wreszcie u — *Gi-*

---

[1]) P. systematyka tom I str. 65.

raffa c. wardi Lyd. znajdujemy aż pięć możdżeni(!), z których dwa tylne noszą nazwę — możdżeni czołowopotylicznych.

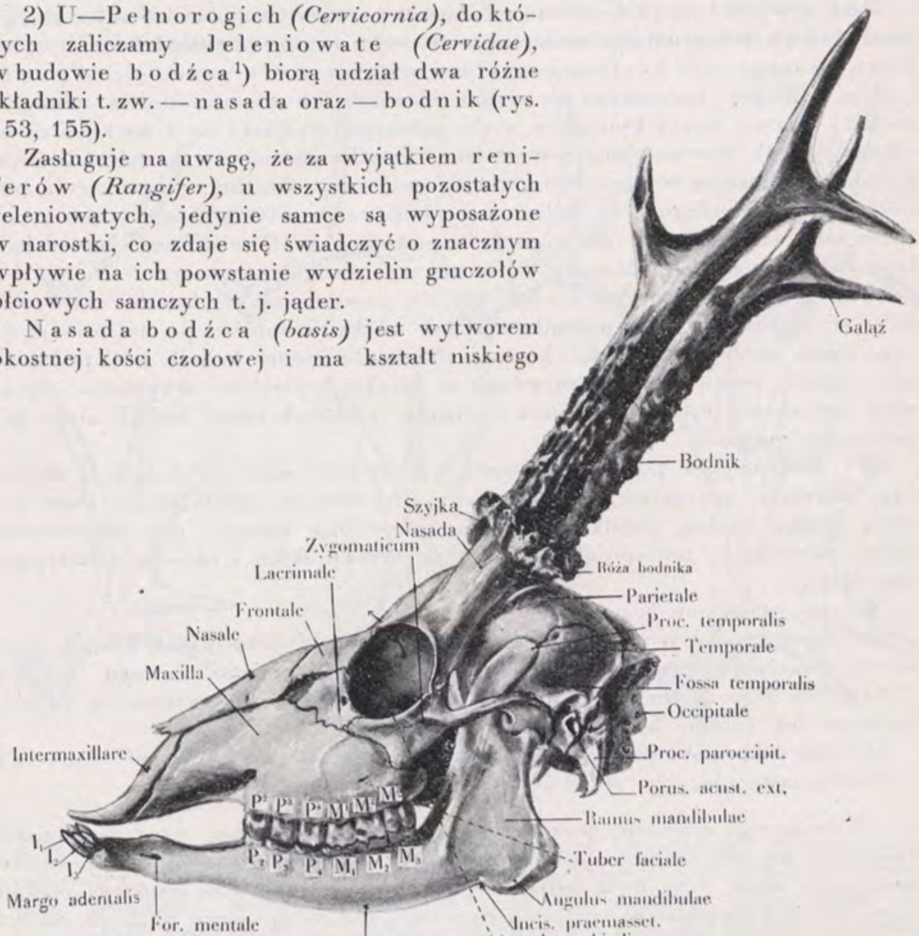
U — *Okapia* są tylko dwa możdżenie czołowe.

Na zakończenie dodam, że kosmatorogi czołowe są umieszczone bezpośrednio wtyle od wyrostka zaoczodołowego (rys. 161).

2) U—Pełnorogich *(Cervicornia)*, do których zaliczamy Jeleniowate *(Cervidae)*, w budowie bodźca[1]) biorą udział dwa różne składniki t. zw. — nasada oraz — bodnik (rys. 153, 155).

Zasługuje na uwagę, że za wyjątkiem reniferów *(Rangifer)*, u wszystkich pozostałych Jeleniowatych, jedynie samce są wyposażone w narostki, co zdaje się świadczyć o znacznym wpływie na ich powstanie wydzielin gruczołów płciowych samczych t. j. jąder.

Nasada bodźca *(basis)* jest wytworem okostnej kości czołowej i ma kształt niskiego



Rys. 153. Czaszka — sarny *(Cervus capreolus* L), widziana zboku.
Zwrócić uwagę na: budowę oraz położenie narostków, bezzębność k. międzyszczękowej (Przeżuwacz!), obecność szczeliny przedzielającej k. nosową od szczęki i od k. łzowej i wreszcie na silny rozwój wyrostka skroniowego żuchwy (Por. z rys. 156).

---

[1]) Bodźce Pełnorogich stanowią najbardziej poszukiwane »trofeum« myśliwych t. j. osób które znajdują zadowolenie w odbieraniu życia innym istotom. Bodźce są odpiłowywane wraz z kośćmi czołowemi i zawieszane celem przyozdobienia ścian... Co kto woli!...

słupkowatego wzniesienia (rys. 153), odchodzącego od okolicy wyrostka zaoczodołowego i kończącego się lekkiem przewężeniem — szyjką *(collum)*, uwieńczoną szeregiem drobnych wyniosłości. Powierzchnia zewnętrzna nasady jest stale okryta okostną i skórą wyposażoną w llczne naczynia krwionośne.

Za pewnego rodzaju nadbudowę nasady można uważać drugi składnik bodźca — bodnik (rys. 153).

Bodnik ma zazwyczaj postać pieńkowatego, zazwyczaj bardzo wysmukłego, wzniesienia z jednej strony osadzonego na szyjce nasady za pośrednictwem zgrubienia zwanego — różą *(rosa)*, na której widnieje szereg wyniosłości — perełek, a z drugiej kończącego się wolno mniejszą lub większą ilością odnóg — gałęzi *(rami)*, liczba których u wielu gatunków zwiększa się z wiekiem osobnika (rys. 154). Powierzchnia zewnętrzna wyrostka jest nierówna, dzięki licznym bróżdom podłużnym wywołanym przebiegiem naczyń okostnej. Na przekroju poprzecznym stwierdzamy, że bodnik jest zbudowany z istoty kostnej zbitej pozbawionej jakiejkolwiek jamy, co było powodem że Przeżuwacze posiadające tego rodzaju narostek nazwano — Pełnorogiemi *(Cervicornia)*.

Śledząc rozwój bodnika zauważymy, że powstaje on z okostnej pokrywającej szyjkę nasady i że początkowo jest miękki i dopiero po upływie pewnego czasu nabiera spoistości kostnej. Nowoutworzony bodnik jest, podobnie jak i nasada, powleczony skórą zwaną w języku łowieckim »scypułem«, niebawem jednak ten ostatni obumiera i odpada, naskutek czego bodnik ulega zupełnemu obnażeniu.

Wkrótce miejsce połączenia nasady z bodnikiem staje się widownią doniosłego zjawiska, polegającego na wzmożeniu żywotności osteoklastów, które niszczą tkankę kostną podstawy bodnika, powodując wreszcie jego odpadnięcie. Rana powstała w ten sposób pokrywa się szybko skórą i okostną zawierającą osteoblasty.

Nie pozostają one bezczynne!

W samej rzeczy w szybkiem tempie tworzą one świeżą tkankę kostną, stopniowo nasycają się solami wapiennemi, stanowiąc miąższ nowego bodnika. Dalsze losy jego są też same jak bodnika poprzedniego i powtarza się to niezmiennie rok rocznie bez przerwy.

Wzrost bodników (»łopat«) u łosia opisuje Włodzimierz Korsak w sposób następujący (p. rys. 154):

»Pierwsze rogi spiczaka ukazują się na wiosnę u rocznego młodego łosiaka, wydłużają się do sierpnia, poczem po starciu scypułu tkwią na łbie do marca następnego roku, niby dwie ostre, wygięte nieco na boki i ku przodowi podane kliny. W 3-4 tygodnie po zrzuceniu zaczynają już rosnąć nowe, widlaste, na rok następny mają już po trzy »pasemka« czyli odnogi, i tak co roku przybywa normalnie po jednej odnodze na każdym rogu. Spotykamy tu jednak często nieprawidłowości, podobnie jak u jeleni i sarn«.

Z powyższego wynika że z dwóch składników wyrostka czołowoskórnego Pełnorogich, jedynie nasada jest tworem stałym, bodnik zaś, jako ulegający okresowemu powstawaniu i strącaniu, jest składnikiem wybitnie przejściowym, podporządkowanym okresom wzmagania się i osłabiania działalności płciowej.

Niewątpliwie, że tego rodzaju przebieg sprawy jest mało oszczędny, więcej, że jest nader »kosztowny«, to prawda, ale ostatecznie czyż wzrost innych narzą-

dów nie odbywa się w sposob nieomal równie nieekonomiczny? Weźmy naprzykład kość. Wszak wzrost jej, odbywający się w obrębie rozwoju osobniczego, jest nietylko wzrostem owej jednostki kostnej w jej trzech wymiarach przestrzennych ale jest jednocześnie przeistoczeniem, sięgającem w obręb jej najdrobniejszych składników... Dowodem tego jest chociażby obecność układów Haversa międzyukładowych (rys. 13)! Oczywiście, że zupełnie podobnie sprawa się przedstawia i odnośnie do ogromnej większości innych narządów (może za wyjątkiem układu nerwowego ośrodkowego!). Ale wszak nieinaczej by być musiało

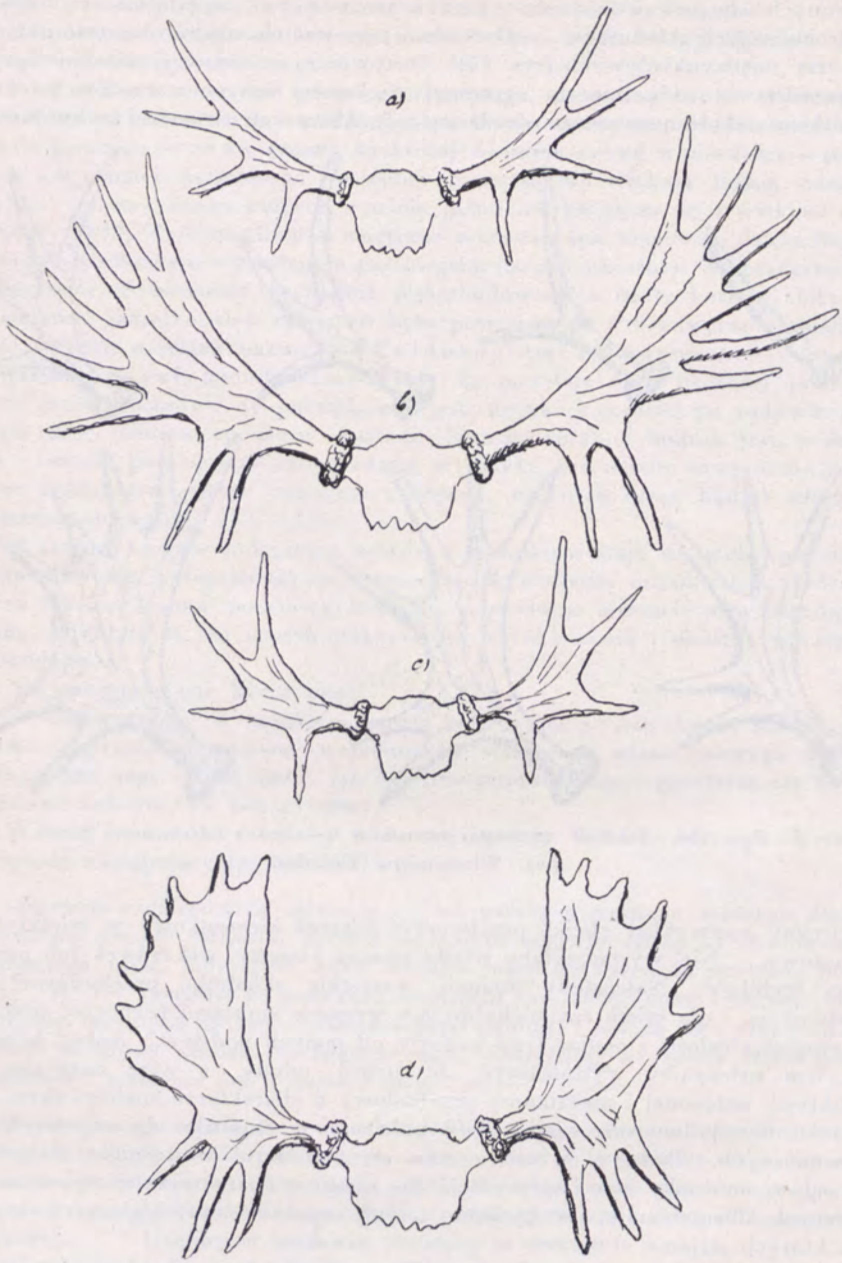


Rys. 154. Schemat wzrastania narostków u — łosia *(Alces alces* L.)
(wg. Włodzimierza Korsaka).

gdybyśmy naprzykład chcieli przetworzyć zegarek kieszonkowy w wielki zegar ratuszowy... Nie wystarczyłaby wtedy zmiana koperty, wskazówek lub pewnej ilości trybików. Należałoby zmienić wszystkie składniki, przebudować całą konstrukcję, i nie wiem czy niebylibyśmy wreszcie zmuszeni rozpocząć pracę od przetopienia całości i podjąć trud budowy od samych podstaw... Sądzę, że właśnie tem należałoby wytłumaczyć, że ustrój młody, a więc znajdując się w okresie natężonej i nieustannej przebudowy o charakterze anabogicznym, pochłania niewspółmiernie wielką ilość pokarmu w stosunku do zapotrzebowań dynamicznych. Różnicę w zachowaniu się bodników, w stosunku do innych narządów, możnaby więc sprowadzić do różnic o charakterze okresowym, cyklicznym... Temniemniej jest to jedno z tych zagadnień morfologicznych, w obliczu których stajemy chwilowo w postawie nawskroś bezradnej!

Kształt bodnika u różnych Jeleniowatych bywa bardzo różnorodny. A więc, np. u — jelenia *(Cervus elaphus* L.) posiada on postać bogato rozgałę-

zionego krzewu, zwanego w języku łowieckim — »w i e ń c e m«, u — ł o s i a *(Alces alces* L.) tworzy szeroki, łopatowaty — »r o s o c h« (rys. 155), u — d a n i e l a *(Cervus dama* L.) — »ł o p a t ę« i wreszcie u — s a r n y *(Cervus capre-*



Rys. 155. Postacie i odmiany łopat — ł o s i a *(Alces alces* L.) (wg. Włodzimierza Korsaka).

olus L.) bodniki noszą nazwę — p a r o s t k ó w, są niskie i posiadają najwyżej trzy gałęzie (rys. 153).

Wyjątkowo silnie rozwinięte bodniki miały wykopaliskowe: ✝ *Polycladus Sedgwickii*, ✝ *Megaceros euryceros* oraz ✝ *Megaceros hivernicus* (tom. I rys. 11). Była o tem mowa w rozdziale poświęconym ogólnej charakterystyce ssaków!

3. Trzeci typ n a r o s t k ó w, zwanych — m o ż d ż e n i a m i występuje u — P u s t o r o g i c h *(Cavicornia)*, do których zaliczamy: — t u r a *(✝ Bos primigenius)*, — ż u b r a *(Bison europeus)* (rys. 158, 159), — b y d ł o d o m o w e *(Bos taurus* l. s. str.) (rys. 157), — k o z i c ę *(Rupicapra rupicapra* L.*)*, — k o z ę *(Capra* L.) (rys. 144), — o w c ę *(Ovis* L.*)* i t. d.

Należy zauważyć, iż w przeciwieństwie do Pełnorogich, u których jedynie samce posiadają narostki, u — P u s t o r o g i c h różnice płciowe nie występują.

Drugą, niemniej ważną różnicę w porównaniu do Pełnorogich, stanowi tym razem zupełny brak skłonności do przybrania przez narostek postaci rozgałęzionej... Jest on zawsze jednolity, nie oddaje odnóg choć może być w swych kształtach równie urozmaicony, przyczem jednym z motywów najczęściej spotykanych jest dążność narostka do przybrania postaci skręconej... A więc spirali, która może wykazywać skręty dookoła osi: poprzecznej, czołowej albo dookoła osi długiej narostka, albo też wreszcie dookoła obydwóch tych osi jednocześnie.

Skręt dookoła osi poprzecznej może się odbywać w dwóch kierunkach. Do — t y p u h o m o n y m i c z n e g o zaliczamy narostki, w których narostek prawy skręca się na prawo a narostek lewy na lewo. Narostkami — t y p u h e t e r o n y m i c z n e g o są narostki tak ukształtowane, że narostek prawy zwija się wlewo, a narostek lewy naprawo.

N a r o s t k o w c a m i *(Pecora)* (p. tom I str. 64) typu homonymicznego są *Bovinae* i *Ovinae*, do N a r o s t k o w c ó w zaś typu heteronymicznego zaliczamy *Caprinae, Antilopinae* i *Bubalinae* (rys. 145).

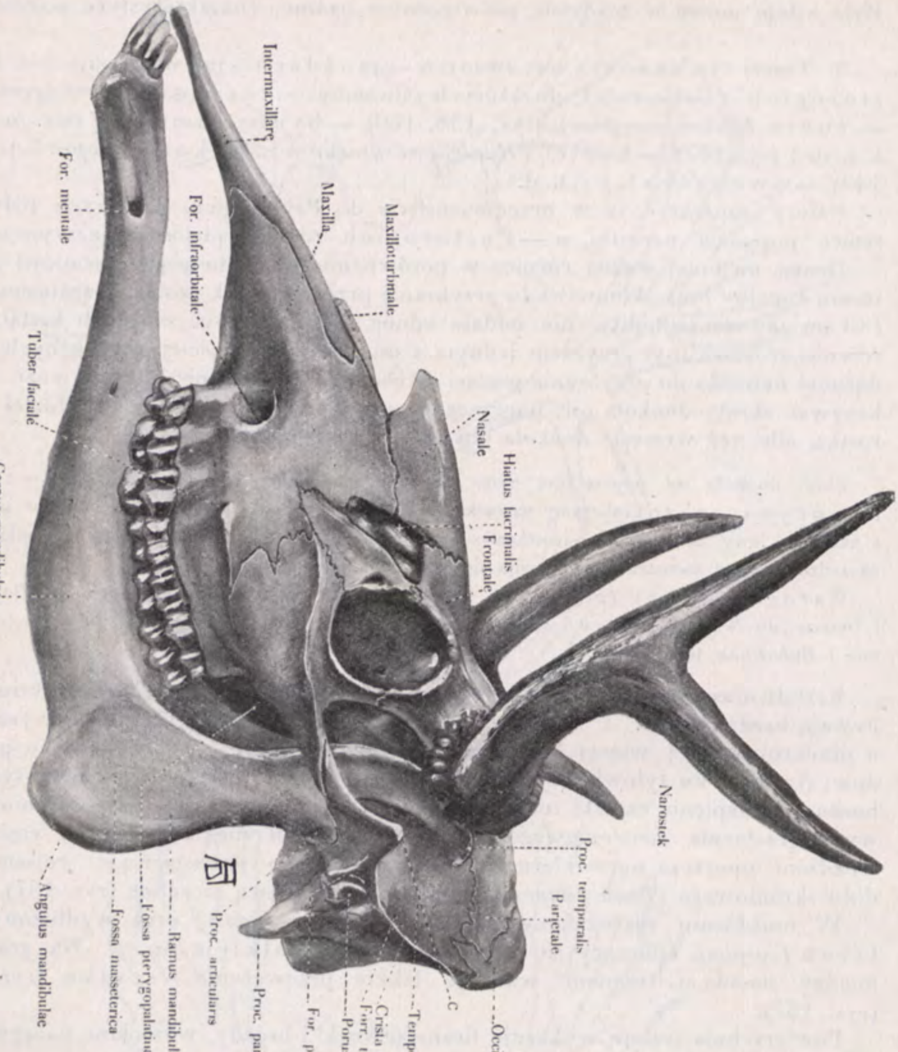
Kształt oraz osadzenie możdżenia u poszczególnych przedstawicieli Pustorogich bywają bardzo różne. U *Bovinae* ma on postać stożkowatego, grubego wyrostka o przekroju mniej więcej kolistym, wygiętego ku górze, wbok i nieco ku przodowi (rzadziej ku tyłowi!) (rys. 150, 157, 159). Znajdujemy go w odcinku tylnobocznym sklepienia czaszki tuż na pograniczu z tarczą karkową, bezpośrednio powyżej grzebienia ciemieniowego, który pod naporem niekiedy bardzo ciężkich możdżeni opuszcza się w kierunku łuku jarzmowego przeistaczając wejście do dołu skroniowego *(fossa temporalis)* w podłużną, wąską szczelinę (rys. 157).

W możdżeniu rozróżniamy krótką — n a s a d ę *(basis)* oraz wydłużony, — t r z o n *(corpus)*, kończący się ostrym — w i e r z c h o ł k i e m *(apex)*. Na granicy między nasadą i trzonem widnieje lekkie przewężenie — s z y j k a *(collum)* (rys. 157).

Powierzchnia trzonu wykazuje liczne otworki i brózdy, wywołane naczyniami okostnej, odżywiającemi narostek. U ssaka żywego cały trzon wraz z wierzchołkiem jest pokryty, dość luźno z nim związaną, — p o c h w ą r o g o w ą *(vagina cornualis)*, powstałą ze zrogowaciałego naskórka, a która zdjęta z trzonu wykazuje jamę: jest »pusta«, co stanowiło powód do nadania całej grupie Przeżuwaczy, wyposażonej w tego rodzaju pochwę, nazwy — P u s t o r o g i c h. W ten sposób budowę — »r o g u« *(cornu)* u P u s t o r o g i c h możemy wyrazić pod postacią następującego wzoru:

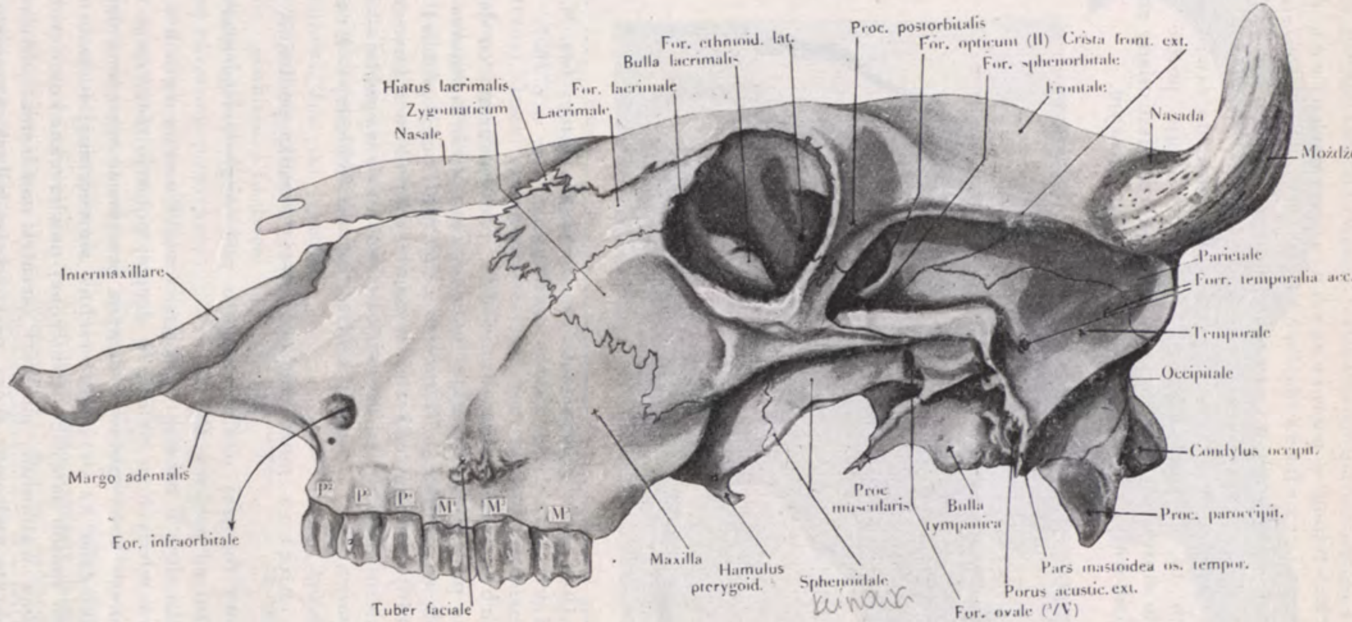
r ó g = m o ż d ż e ń (n a s a d a + t r z o n) + p o c h w a r o g o w a.

Nieco odmienny kształt i położenie posiada narostek u — k o z y i u — o w c y. Istotnie, jest on umieszczony w bliskiem sąsiedztwie oczodołu, a więc tuż ponad odcinkiem początkowym grzebienia ciemieniowego (a nie jak u *Bovinae* nad jego



Rys. 156. Czaszka — ł o s i a (*Alces alces* L.), widziana zboku. (Ze zbiorów Zakładu Anatomji Prawidłowej Wydz. Wet. U. W.

odcinkiem przypolitycznym!) i kieruje się zawsze ku tyłowi. U — b a r a n a (rys. 160) w trzonie możdżenia rozróżniamy: ostrą i wypukłą — k r a w ę d ź g ó r n ą *(margo sup.)*, równie ostrą ale wklęsłą i znacznie krótszą — k r a w ę d ź

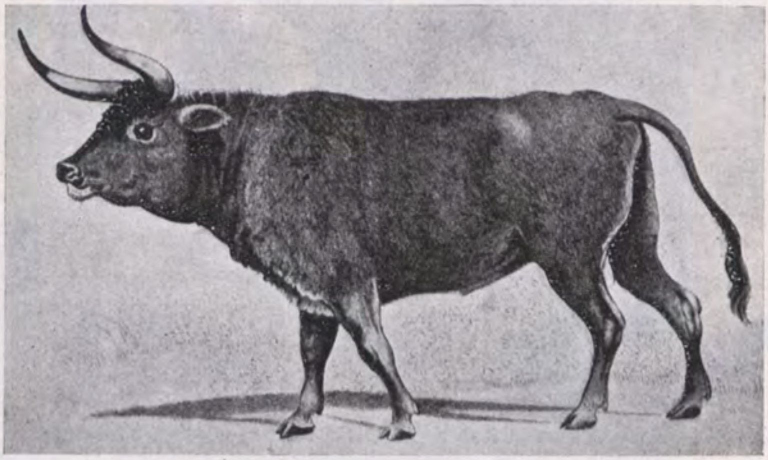


Rys. 157. Czaszka — k r o w y bez żuchwy, widziana zboku.

Zasługują na szczególną uwagę: brak siekaczy i kłów w kości międzyszczękowej *(margo adentalis)*, obecność głęboko sięgającej szczeliny łzowej *(hiatus lacrimalis)* oddzielającej kość nosową od szczęki i od kości łzowej, stosunek oczodołu do dołu skroniowego, kształt, położenie oraz budowa dołu skroniowego *(fossa temporalis)*, niskie położenie grzebienia czołowego zewn. *(crista frontalis ext)*, brak kości ciemieniowej w obrębie sklepienia czaszki, obecność guzą szczękowego *(tuber faciale)*, brak pierwszego przedtrzonowca (P^1), położenie oraz kształt narostków (por. z rys. 144!).

dolną *(margo inf.)* i wreszcie tępą — krawędź boczną *(margo obtusus)*.

Z trzech powierzchni trzonu — powierzchnia górnoboczna *(facies superolateralis)* i — powierzchnia dolnoboczna *(facies inferolateralis)* są lekko wypukłe natomiast — powierzchnia przyśrodkowa *(facies medialis)* jest płaska. Chropowaty — wierzchołek *(apex)* trzonu jest skierowany ku tyłowi i bocznie, wykazując wyraźną skłonność do zawrócenia ku przodowi, w których to przypadkach cały trzon przyjmuje postać spirali. W przeciwieństwie do stosunkowo gładkiej nasady, cały trzon jest usiany znaczną ilością otworów i brózd, zwłaszcza w jego odcinku przyszyjkowym.



Rys. 158. Wizerunek — tura (✝ *Bos primigenius)*. Obraz wykonany z natury (wg. M. Hilzheimer'a). Ostatni przedstawiciel tego gatunku został zamordowany w r. 1627.

Do zjawisk rzadkich należy występowanie dwu par możdżeni, co daje się stwierdzić, jako cechę posiadającą charakter odmiany u — *Ovis tetraceros* (rys. 142) i jako cechę stałą w gatunku — *Tetraceros Leach (Cephalolophinae)*.

U — kozła (rys. 146) możdżeń ma kształt wysmukłego, zboków spłaszczonego, kolca zdecydowanie kierującego się ku tyłowi, o jednej lekko wypukłej — krawędzi górnej *(margo sup.)* i drugiej krótszej a nieco wklęsłej — krawędzi dolnej *(margo inf.)*.

Powierzchnię boczna możdżenia pokrywają zrzadka podłużne, płytkie, brózdy.

Co się tyczy pochwy rogowej u *Caprinae*, to pod względem genetycznym niczem się ona nie różni od pochwy *Bovinae*.

Na zakończenie kilka słów o rozwoju możdżenia u — Pustorogich.

A więc, u osobników młodych (u cielęcia w drugiej połowie pierwszego roku) okostna odcinka bocznego kości czołowej zaczyna przejawiać wytężoną działalność kościotwórczą odkładając na swej powierzchni wewnętrznej coraz to nowe warstwy kostne. W ten sposób na ściśle ograniczonej powierzchni kości czołowej powstaje zwolna drobna wyniosłość, pierwszy szczątek możdżenia — nasada. Nasada jest jeszcze pokryta uwłosioną skórą, naskórek jej jednak stopniowo gru-

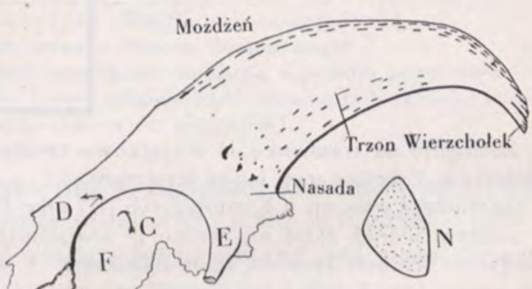
bieje i co ważniejsza podlega usilnemu zrogowaceniu. Nieco później taż sama okostna zdwaja swą aktywność wytwarzając blaszki kostne i na swej powierzchni



Rys. 159. Czaszka — t u r a (✝ *Bos primigenius)*, widziana od góry. Por. z rys. 150. (Ze zbiorów Państwowego Muzeum Zoologicznego).

zewnętrznej, dzięki czemu powstaje drugi składnik możdżenia — k o s t k a r o g o w a *(os cornu-Sandifort*, 1829) czyli zawiązek — t r z o n u.

Początkowo kostka rogowa jest oddzielona od nasady przez okostnę, niebawem jednak spaja się ona z zawiązkiem nasady dając miejsce ostatecznemu możdżeniowi. Jest on jeszcze krótki. Stopniowo jednak wydłuża się i grubieje, a to dzięki nieustającej działalności kościotwórczej okostnej, powlekającej go zewsząd stron. Jednocześnie coraz bardziej rozprzestrzeniająca się zatoka czołowa wdziera się w istotę możdżenia, tworząc w nim, mniej lub bardziej szeroką jamę, — z a c h y ł e k m o ż d ż e n i o w y *(recessus cornualis)*.



Rys. 160. Wyosobniona lewa kość czołowa — b a r a n a, widziana zboku.
C — otwór nadoczodołowy dolny; D — otwór nadoczodołowy górny; E — wyr. zaoczodołowy; F — część oczodołowa kości czołowej; N — przekrój poprzeczny narostka (por. z rys. 146).

Pochodzenie kostki rogowej nie jest dotychczas ostatecznie wyjaśnione. Wprawdzie z podanego opisu wynikałoby iż jest ona tworem czysto okostnowym, temniemniej szereg danych przemawia i za tem, że duży udział w jej rozwoju biorą także i składniki skóry właściwej.

A teraz zestawiając składniki narostka trzech opisanych zespołów Przeżuwaczy, otrzymujemy następującą tabelę tworów analogicznych:

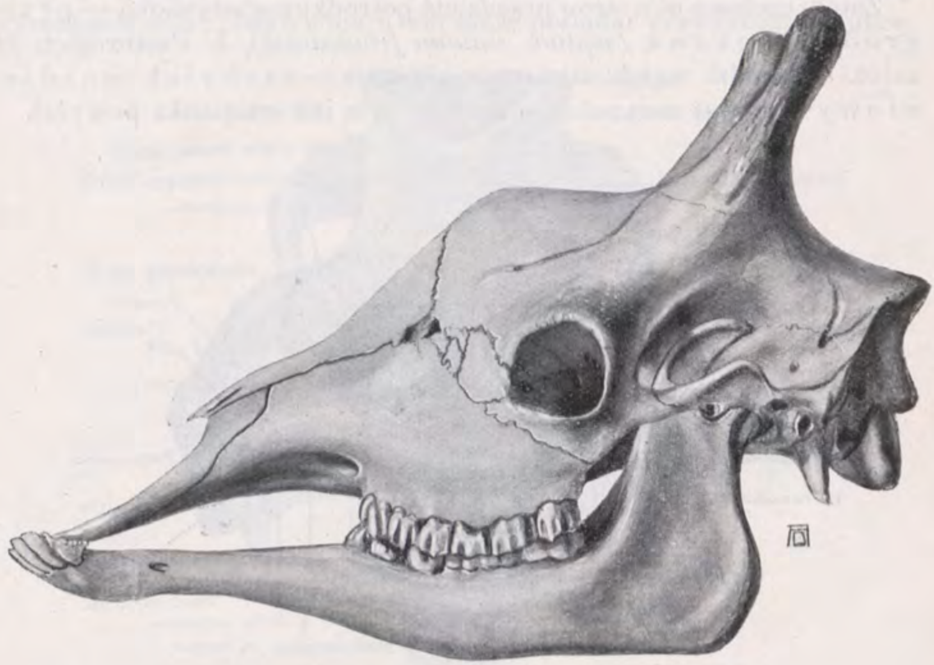
	róg				
	możdżeń (narostek)				
	nasada	trzon	pochwa skórna	nasada	bodnik
Kosmatorogie *(Vellericornia)*	rozwija się z okostnej k. czołowej	powstaje z kostki rogowej	skóra uwłosiona okrywa stale zarówno trzon jak i nasadę	—	—
Pustorogie *(Cavicornia)*	rozwija się z okostnej k. czołowej	powstaje z kostki rogowej	nasadę pokrywa skóra dookoła zaś trzonu rozwija się pochwa rogowa	—	—
Pełnorogie *(Cervicornia)*	—	—	uwłosiona pochwa skórna okresowo odpada z bodźca pod postacią t. zw. scypułu	pochodzenia okostnowego;	pochodzenia okostnowego lecz ulega strącaniu i corocznemu powstawaniu
				bodziec (narostek)	
			róg		

Zasługuje na wzmiankę, iż wyjątkowo twory podobne do powyżej opisanych narostków Przeżuwaczy mogą występować i u ssaków, które są ich normalnie pozbawione, a więc np. u Koniowatych (Blanc 1895). Należy jednak pamiętać, że w żadnym jednak razie nie wolno je utożsamiać z narostkami prawdziwemi, pochodzenie ich jest bowiem zgoła odmienne. A więc, jeśli chodzi np. o konia to tak zw. — »róg koński« nie jest niczem innem jak krawędzią górną skrzydła oczodołowego kości klinowej, przebijającą nawylot część sklepieniową kości czołowej.

Część oczodołowa kości czołowej *(pars orbitalis)* ma kształt blaszki odchodzącej ukośnie wdół i dośrodkowo od części sklepieniowej i tworzy znaczny odcinek ścian przyśrodkowych oczodołu,

a często i dołu skroniowego (rys. 146, 149, 152). Łączy się ona ze skrzydłem oczodołowem kości klinowej, oraz z kośćmi: podniebienną, łzową i sitową, a niekiedy i z łuską kości skroniowej (rys. 113).

Słabo wyrażony — grzebień oczodołowy tylny *(crista orbitalis post.)*, odchodzący od podstawy wyrostka zaoczodołowego, stanowi zaczątek granicy między oczodołem i dołem skroniowym, które to doły są na czaszce niższych ssaków jeszcze ze sobą szeroko połączone.



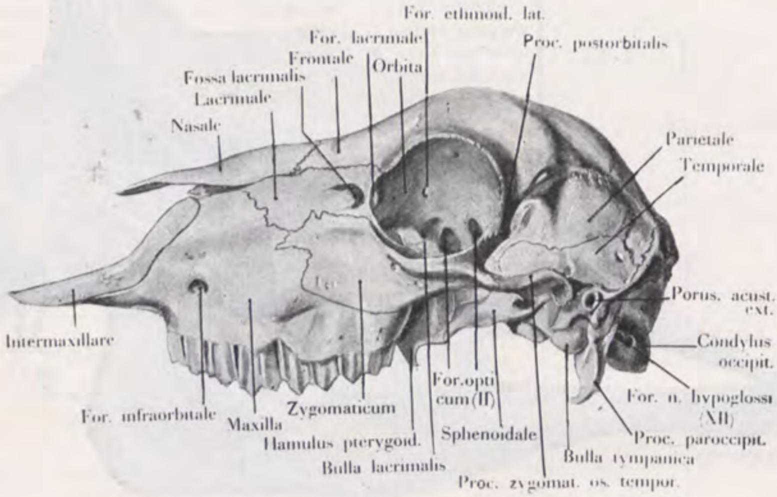
Rys. 161. Czaszka — żyrafy *(Giraffa camelopardalis* L.).
(Ze zbiorów Państwowego Muzeum Zoologicznego).
Zasługuje na szczególną uwagę położenie oraz kształt możdżenia a ponadto postać mocno wypukła kości czołowej. W pobliżu kości łzowej widnieje wąska szczelina łzowa *(hiatus lacrimalis)* i kostka szwowa *(os suturarum)*.

W szwie czołowoklinowym (np. u *Equidae)* lub też w samej kości czołowej, ale w bezpośredniem sąsiedztwie szwu widnieje — otwór sitowy boczny *(for. ethmoidale lat.)*, opisany już przy omawianiu kości klinowej. Ponadto w części przedniej kości znajdujemy dwa słabo wyrażone wgłębienia: jedno przednie t. zw. — dół bloczkowy *(fossa trochlearis)* i drugie położone bardziej ku tyłowi — dół gruczołu łzowego *(fossa glandulae lacrimalis)* i wreszcie — otwór nadoczodołowy dolny *(for. supraorbitale inf.)*, o którym była mowa powyżej.

Części oczodołowe obu kości czołowych tworzą razem głębokie — wcięcie sitowe *(incisura ethmoidalis)*, w którem jest osadzona kość sitowa.

Wnętrze części sklepieniowej jest zawsze zpneumatyzowane od strony jamy nosowej przez, mniej lub bardziej rozległą, — zatokę czołową *(sinus frontalis)*, przenikającą u *Bovinae* i wgłąb kości ciemieniowej (rys. 171).

Zatoki czołowe obu stron przedziela pośrodkowo ustawiona — przegroda zatokowa *(septum sinuum frontalium)*. U Pustorogich od zatoki odchodzi wgłąb miąższu możdżenia — zachyłek możdżeniowy *(recessus cornualis)*, o którym była już wzmianka powyżej.



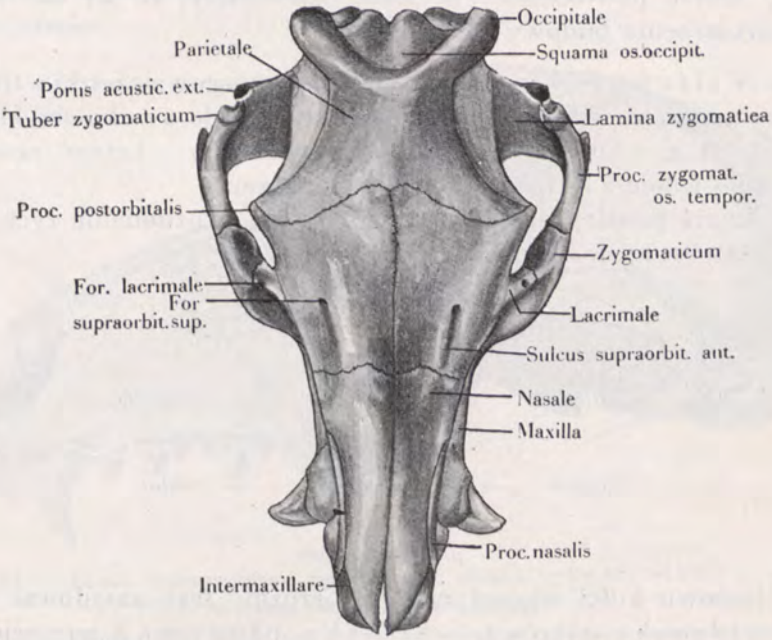
Rys. 162. Czaszka — owcy, widziana zboku.

6) Kość sitowa *(etmoidale)*. Kość sitowa stanowi podłoże kostne dla telereceptora węchowego. Równolegle ze spotęgowaniem się zmysłu węchu u ssaków, w porównaniu do innych kręgowców, omawiana kość przybrała budowę niezwykle zawiłą, a która miała na widoku zwiększenie powierzchni zetknięcia komórek zmysłowych z cząstkami wonnemi, zawieszonemi w powietrzu. Tem należy wytłumaczyć, iż u istot obdarzonych silnym węchem (ssaki makrosmatyczne: *Insectivora, Rodentia, Chiroptera, Carnivora, Ungulata)* kość sitowa wykazuje budowę o wiele bardziej złożoną, aniżeli u — istot mikrosmatycznych *(Pholidota, Primates, Hominidae)*, a zwłaszcza u — anosmatycznych (pozbawionych węchu; np. *Cetacea)*.

Wnikając bliżej w istotę budowy kości sitowej ssaków musimy

stwierdzić że stanowi ona jeden z licznych odczynów ustroju, spowodowanych zmianą bytowania wodnego na tryb życia ściśle lądowy albo lepiej atmosferyczny. W tem to właśnie środowisku zmysł węchu mógł osiągnąć znaczenie, które niejednokrotnie przewyższa rolę innych zmysłów, a więc zmysłu wzroku lub słuchu.

Czem jest telereceptor powonieniowy, zwłaszcza dla niektórych ssaków, ostrzegający przed niebezpieczeństwem lub też umożliwiający wyszukanie sobie pożywienia, o tem może posiadać przybliżone wyobra-



Rys. 163. Czaszka — ś w i n i, widziana od góry.
Jakżeż pokrój tej czaszki mało przypomina stosunki u człowieka (rys. 138)! Pozatem warto zwrócić uwagę na sposób odejścia od k. skroniowej jej wyrostka jarzmowego *(proc. zygomat. os. temporalis)* za pośrednictwem blaszki jarzmowej *(lamina zygomatica)*.

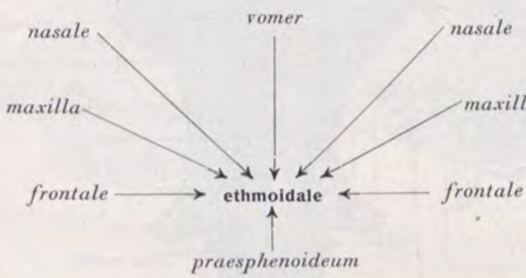
żenie myśliwy (unikanie podejścia ofiary »pod wiatr«), choć i on jako istota mikrosmatyczna nie jest w stanie ująć całego bezmiaru wrażeń węchowych. Ostrość powonienia jest, podobnie jak wrażliwość innych zmysłów, osobniczo zmienna i spotykają się osoby, których zasięg węchu bywa znacznie rozleglejszy i intensywniejszy aniżeli osobników przeciętnych. Według informacji podanej mi ustnie przez dr. Karola Tokarskiego niezwykle silnem powonieniem odznaczał się Bolesław Prus, który między innemi był w stanie rozpoznawać poszczególne metale li tylko na podstawie ich zapachu!

Niezwykle duże znaczenie posiada również telerceptor węchowy przy poszukiwaniu osobnika płci odmiennej i pod tym kątem widzenia zmysł powonienia znajduje się w wyraźnej współzależności z obecnością całego szeregu gruczołów skórnych, wydzielających składniki wonne.

Dla ścisłości należy dodać, że u kręgowców prowadzących tryb życia nadrzewny (np. Naczelne), lub powietrzny (ptactwo), a zwłaszcza u tych które wtórnie powróciły do środowiska wodnego (np. Waleniowate), zmysł powonienia jest słabo rozwinięty, co się też wyraża i w uproszczeniu budowy kości sitowej.

Kość sitowa leży w miejscu spotkania mózgowioczaszki z trzewioczaszką granicząc z następującemi kośćmi: wtyle z — kością klinową, po bokach z — kośćmi czołowemi, naprzedzie z — kośćmi nosowemi i wreszcie wdole z — lemieszem i ze szczękami.

Załączony poniżej diagram ułatwi, sądzę, zrozumienie tych, może trochę zawiłych, stosunków.



W budowie kości sitowej należy rozróżnić trzy zasadnicze składniki: — blaszkę sitową, — blaszkę pionową i wreszcie dwa, symetrycznie po obu stronach blaszki pionowej ułożone, t. zw. — błędniki sitowe (rys. 166a, 167). Z owych składników dwa pierwsze posiadają budowę prostą natomiast błędniki sitowe wykazują ukształtowanie niezwykle zawiłe.

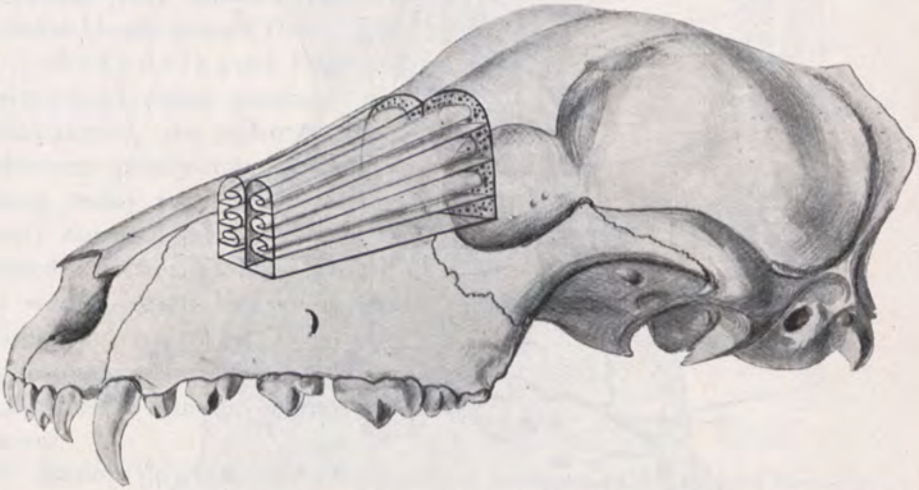
Szczegółowy opis kości sitowej rozpoczniemy od pierwszego składnika t. j. od blaszki sitowej, którą oglądamy po usunięciu sklepienia czaszki, a więc od strony jamy czaszkowej (rys. 165).

Blaszka sitowa *(lamina cribrosa)* ma kształt owalnej, cienkiej płytki ujętej w klamry utworzone przez wcięcia sitowe kości czołowych i trzon kości klinowej, zupełnie na podobieństwo szkiełka osadzonego w ramce zegarka.

Pole blaszki, stanowiące odcinek przedni dna jamy czaszkowej, jest usiane licznemi, drobnemi otworami usprawiedliwiającemi nazwę kości

sitowej (rys. 165). Przez wymienione otwory przenikają z jamy nosowej do wnętrza jamy czaszkowej wiązki włókien nerwowych bezrdzennych, zwanych — niciami węchowemi *(fila olfactoria)*. U większości ssaków blaszka jest ustawiona pochyło kierując się wdół i ku tyłowi, u człowieka natomiast, naskutek wysunięcia się mózgowioczaszki przed trzewioczaszkę, leży ona nieomal zupełnie poziomo.

Często owe otwory układają się według pewnego planu a wtedy całokształt ich przybiera postać wyraźnego deseniu. Należy zaznaczyć że u dziobaka *(Ornithorhynchus)* w blaszce sitowej widnieje tylko jeden wielki otwór.



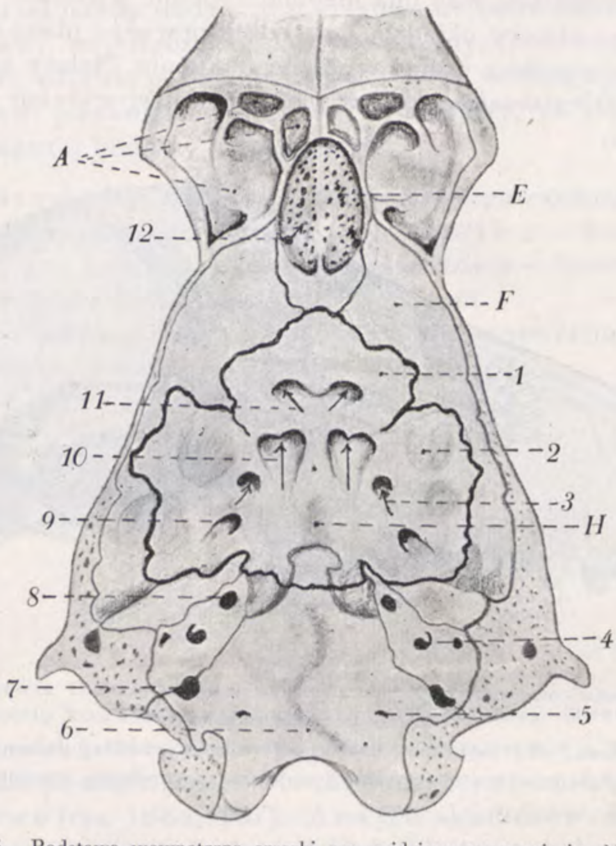
Rys. 164. Schemat, przedstawiający położenie oraz stosunki — kości sitowej psa na tle całej czaszki uprzezrocznionej.
Jak widać k. sitowa, jako całość ma kształt nieforemnego pudełka, umieszczonego w części tylnej jamy nosowej i graniczy ze ścianą przyśrodkową oczodołu.

Pośrodkowo ciągnąca się, niska listewka kostna zwana — grzebieniem kogucim *(crista galli)* dzieli całe pole blaszki na dwa symetryczne wgłębienia — doły węchowe *(fossae olfactoriae)*, służące do pomieszczenia opuszek węchowych. Należy zauważyć, że wspomniany grzebień u większości ssaków jest słabo wykształcony, u Naczelnych i u człowieka przybiera postać wyniosłego grzbietu, u krawędzi przedniej którego widnieje niewielki — otwór ślepy *(for. coecum)*.

W miejscu połączenia krawędzi bocznej blaszki sitowej z częścią oczodołową kości czołowej widnieje drobny otworek — otwór sitowy przyśrodkowy *(for. ethmoidale med)* (rys. 165), który w żadnym razie nie należy utożsamiać z pozostałymi otworami blaszki

oraz z podobnym otworem, umieszczonym na ścianie przyśrodkowej oczodołu, — otworem sitowym bocznym *(for. ethmoidale lat.)*.

W przeciwieństwie do blaszki sitowej, umieszczonej na granicy między jamą czaszkową i jamą nosową, dwa pozostałe składniki a więc — blaszka pionowa oraz — błędniki, są wtłoczone całkowicie



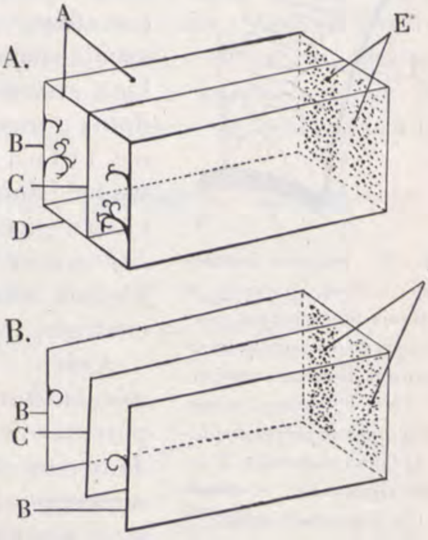
Rys. 165. Podstawa wewnętrzna czaszki psa, widziana po usunięciu sklepienia. E. blaszka sitowa na dnie dołów węchowych *(fossae olfactoriae)*; 12 — *for. ethmoidale med.* Pozostałe wyjaśnienia są podane na rys. 121.

do wnętrza odcinka tylnego jamy nosowej, gdzie są wystawione na bezpośredni wpływ cząsteczek wonnych powietrza. Najwygodniej obejrzeć można je na przekroju poprzecznym jamy nosowej, jak to zostało uskutecznione na rysunku (rys. 167).

Blaszka pionowa *(lamina perpendicularis)* stanowi część tylnogórną — przegrody nosowej *(septum nasi)*, dzielącej całą jamę nosową na dwie symetryczne połowy: prawą i lewą. Ustawiona jest

więc ona w płaszczyźnie pośrodkowej i ma kształt wydłużonej, trójkątnej cienkiej płytki, w której należy rozróżnić trzy krawędzie oraz dwie powierzchnie (rys. 166).

Zpośród krawędzi — krawędź tylna *(margo post.)* nawiązuje ścisłą łączność z blaszką sitową (p. wyżej), a za pośrednictwem tej ostatniej i z grzebieniem kogucim; — krawędź dolna *(margo inf.)* wciska się między obydwie blaszki — skrzydełka lemiesza *(alae vomeris)* i jest tam jakgdyby uwięziona i wreszcie — krawędź górna *(margo sup.)* dzieli się tuż u sklepienia jamy nosowej na dwie poziome blaszki prawą i lewą, zwane — skrzydełkami blaszki pionowej *(alae laminae perpendicularis)*, do opisu których niebawem powrócimy (rys. 167). Należy tutaj zwrócić uwagę na ważny szczegół odnoszący się do krawędzi górnej. Otóż, ciągnie się ona wzdłuż szwu łączącego obydwie kości nosowe t. j. szwu międzynosowego i nawiązuje tam ścisłą łączność z samemi kośćmi nosowemi.



Rys. 166. Schemat budowy kości sitowej wyosobnionej, widzianej od strony lewej i nieco od przodu; u A — ssaków makrosmatycznych; B u — człowieka. A. *ala laminae perpend.;* B. *lamina lateralis;* C. *lamina perpendicularis;* D. *lamina terminalis;* E. *lamina cribrosa.*

Z dwóch powierzchni blaszki, jedna jest zwrócona ku stronie prawej i stanowi część ściany przyśrodkowej jamy nosowej prawej, druga zaś skierowana na lewo, tworzy podobnie część ściany przyśrodkowej jamy nosowej lewej.

Błędnik *(labirynthus;* syn.: *massa lateralis os. ethmoidalis).* Pod nazwą błędnika rozumiemy zespół pewnej ilości blaszek kostnych pozwijanych tutkowato zwanych — małżowinami sitowemi *(ethmoturbinalia)*, umieszczonych po każdej stronie blaszki prostopadłej (rys. 164). Każdy z owych zespołów małżowinowych jest odgraniczony od otoczenia za pośrednictwem cienkich ścian i tylko od strony przedniej tj. od strony jamy nosowej, widnieje otwór, poprzez który przenika powietrze obarczone zawiesinami wonnemi.

Dzięki powyższemu możnaby porównać każdy z błędników do wy-

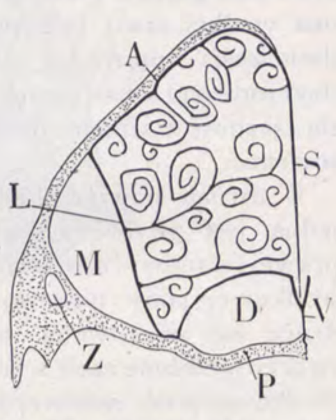
dłużonego pudełka, z którego jedną ze ścianek, ściankę przednią, usunięto. Przez otwór w ten sposób powstały łączy się — j a m a b ł ę d n i k a *(cavum labiryntht)*, czyli — część węchowa albo tylna jamy nosowej, z jej częścią przednią albo — częścią oddechową *(pars respiratoria)* (rys. 166).



Rys. 167. Schemat budowy kości sitowej, widziany w przekroju poprzecznym, równoległym do płaszczyzny blaszki sitowej. Przedstawiony został błędnik sitowy prawy. A. *ala laminae perpendicularis;* L. *lamina lateralis;* T. *lamina terminalis;* V. *vomer;* I-V *ethmoturbinalia.*

Zanim przejdziemy do omówienia zasadniczego składnika błędnika t. j. — m a ł ż o w i n s i t o w y c h, korzystnem będzie, jeżeli uprzednio zdamy sobie sprawę ze sposobu rozmieszczenia ścian je ograniczających. Otóż, ścian takich rozróżniamy pięć: tylną, górną, boczną, dolną i przyśrodkową. Z owych ścian — ś c i a n ę t y l n ą *(paries post.)* stanowi blaszka sitowa, oddzielająca błędnik od jamy czaszkowej; — ś c i a n ę zaś p r z y ś r o d k o w ą *(paries medialis)* tworzy blaszka prostopadła, odgraniczająca błędnik jednej strony od błędnika strony przeciwległej (rys. 164, 166).

Celem zrozumienia istoty ścian pozostałych nieodzownem jest powrócenie do opisanej powyżej, krawędzi górnej blaszki pionowej. Widzieliśmy, iż ta ostatnia dzieli się tuż u sklepienia jamy nosowej na dwie blaszki wtórne — prawą i lewą, a które nazwaliśmy — s k r z y d e ł k a m i b l a s z k i p r o s t o p a d ł e j *(alae laminae perpendicularis)*. Każde z owych skrzydelek po odejściu od blaszki pionowej kieruje się poziomo wbok, przylegając ściśle do powierzchni dolnej kości nosowej i w ten sposób ogranicza błędnik od góry tj. tworzy jego — ś c i a n ę g ó r n ą *(paries sup.)* (rys. 167). Niebawem każde skrzydełko przegina się ku dołowi i przechodzi w — ś c i a n ę b o c z n ą *(paries lat.)*, zwaną — b l a s z k ą b o c z n ą *(lamina lateralis* — Dursy; syn: *lamina maxillaris* Seydel).

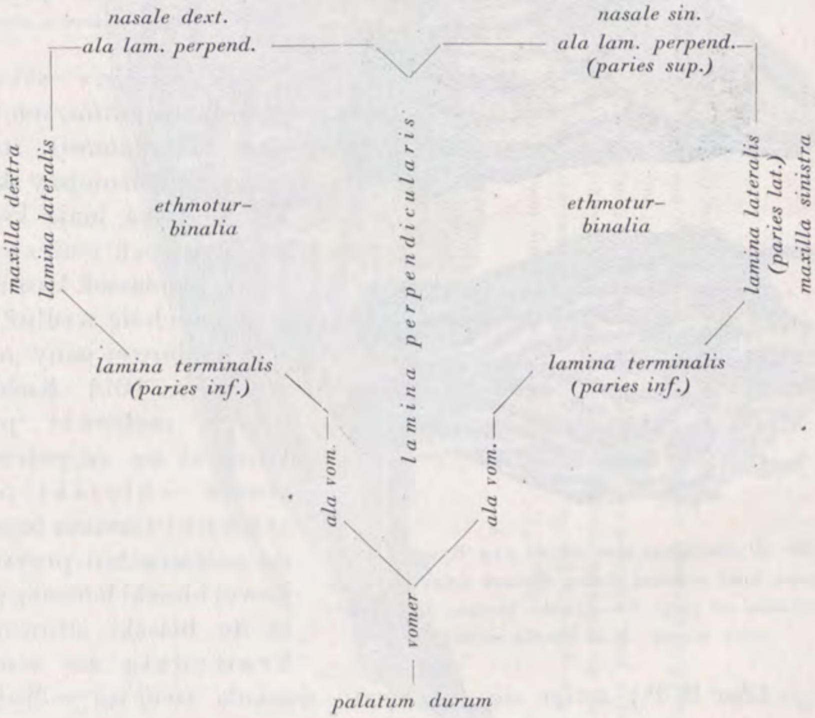


Rys. 168. Przekrój czołowy przez prawą jamę nosową psa równoległy do płaszczyzny blaszki sitowej. A — *ala laminae perpendicularis;* L — *lamina leteralis;* S — *lamina perpendicularis;* V — *vomer;* P — *palatum durum;* D — *ductus nasopheryngeus osseus* (ograniczony od góry przez blaszkę poprzeczną — *lamina terminalis* a od dołu przez podniebienie); M — *sinus maxillaris;* Z — *canalis infraorbitalis.*

Ta już bardzo wcześnie zrasta się z przyległemi kośćmi a przedewszystkiem z częścią oczodołową kości czołowej, z częścią oczodołową kości podniebiennej i wreszcie ze szczęką, tworząc razem cienką ściankę, ograniczającą błędnik od oczodołu i zatoki szczękowej — blaszkę papierowatą *(lamina papyracea;* syn.: *os planum).*

Nie dochodząc do twardego podniebienia blaszka boczna gwałtownie zawraca dośrodkowo tj. w kierunku przegrody nosowej (rys. 167 i 168), tworząc — ścianę dolną *(paries inf.)* błędnika albo — blaszkę poprzeczną *(lamina terminalis* Zuckerkandl syn.: *lamina transversalis).* Ma ona kształt, łukowato wygiętego ku górze, mostu, zawieszonego ponad podniebieniem kostnem, a kończącego się u — skrzydełka lemiesza *(ala vomeris),* z którem się ściśle zrasta (rys. 168).

Powyższy opis da się również ująć pod postacią następującego poglądowego diagramu (por. z rys. 168):



Jak widzimy brak w nim — ściany tylnej tj. blaszki sitowej, niesposób było ją jednak przedstawić, znajduje się ona bowiem poza płaszczyzną diagramu; pozatem stwierdzamy, iż małżowiny sitowe, o których

za chwilę będzie mowa, nawiązują ścisłą łączność z blaszką boczną błędnika.

Ze względu na to, iż zrozumienie budowy kości sitowej nastręcza zawsze pewne trudności, polecam dokonanie zabiegu następującego: bierzemy dwa puste pudełka od zapałek, z których usuwamy jedną z najmniejszych ścianek (niebieską!), poczem obydwa pudełka sklejamy obszernemi ścianami niebieskiemi. Trzymając teraz sklejone pudełka otworami skierowanemi ku nam, widzimy dwie jamy (jamy błędnika!) ograniczone podwójną pionową ścianą, przedstawiającą blaszkę prostopadłą kości sitowej. W dalszym ciągu dna obu jam, czyli ściany tylne (niebieskie!) nakłuwamy gęsto szpilką, przez co otrzymujemy obraz położenia blaszki sitowej, oddzielającej jamy błędnika od jamy czaszkowej. Co się tyczy pozostałych ścian to wgórze widnieją (czarne!) ściany górne stanowiące, jak już wiemy, rozwidlenie blaszki prostopadłej na dwa jej — skrzydełka: ściany dolne, (również czarne!) wyobrażają — blaszki poprzeczne i wreszcie ściany boczne (czerwone!) nie są niczem innem jak — blaszkami bocznemi. Jeżeli teraz do powierzchni przyśrodkowej tych ostatnich umocujemy długie, pozwijane skrawki papieru, sięgające aż po podziurkowaną blaszkę sitową, to otrzymamy wtedy przybliżony obraz położenia małżowin sitowych.

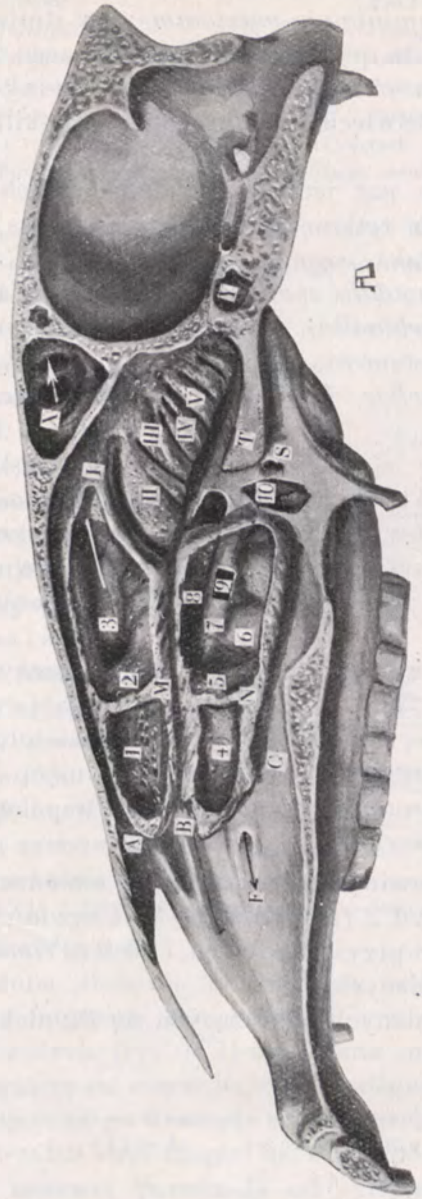


Rys. 169. Wyosobniona kość sitowa psa. Rysunek górny przedstawia kość widzianą zboku; rysunek dolny wyobraża kość widzianą od góry. 1 — blaszka boczna; 2 — małżowiny sitowe; 3. — blaszka sitowa.

Małżowiny sitowe (*ethmoturbinalia;* syn: *conchae ethmoidales*), stanowiące najważniejszy składnik błędnika, mają kształt wydłużonych i niezwykle cienkich blaszek kostnych, ciągnących się wzdłuż części węchowej jamy nosowej (rys. 169). Każda z owych małżowin przytwierdza się za pośrednictwem — blaszki podstawnej (*lamina basalis*) do powierzchni przyśrodkowej blaszki bocznej, wtyle do blaszki sitowej, — krawędzią zaś wolną (*margo liber* R. P.) zwija się tutkowato dookoła swej osi podłużnej.

Spiralne zwijanie się blaszek małżowinowych da się wytłumaczyć dążnością ustroju do zwiększenia powierzchni zetknięcia blony śluzowej małżowin, wyposażonej w swoiste komórki zmysłowe, z tymi »wysłańcami« świata zewnętrznego, jakiemi są zawiesiny wonne powietrza.

Oczywiście iż dałoby się to osiągnąć i wtedy, gdyby małżowiny miały postać blaszek płaskich, w tym przypadku jednak, jamy błędnika mu-



Rys. 171. Ściana boczna prawej jamy nosowej konia, widziana od strony przegrody nosowej. I–V — *ethmoturbinalia*; S — *lamina terminalis* zwrócić uwagę na jej położenie oraz na stosunek do małżown sitowych oraz do przewodu nosowogardłowego kostnego — S!!!); 1. *camera ant. nasoturbinalis*; 2. *septum intercamerale*; 3. *camera post. nasoturbinalis*; S — przewód nosowogardłowy kostny, znajdujący się w przedłużeniu przewodu nosowego dolnego — C; F — przewód nosowołzowy (*ductus nasolacrimalis*). Pozostałe określenia zostaną podane przy opisie jamy nosowej. Zarówno małżowina nosowa (*nasoturbinale*) jak i małżowina szczękowa (*maxilloturbinale*) zostały strepanowane.

siałyby być, oczywiście, odpowiednio poszerzone, a zwłaszcza u ssaków makrosmatycznych odbićby się to musiało i na wymiarach całej trze-

wioczaszki. Byłoby to jednak sprzeczne z powszechnie stosowanem oszczędnościowem rozplanowywaniem budowy ustrojów, u których zasadą naczelną jest jaknajlepsze wykorzystanie każdej wolnej przestrzeni (II zasada budowy »*minimum-maximum*«: »w stosunkowo małej przestrzeni możliwie dużo pomieścić«). Z powyższego staje się jasnem, iż zpośród wszystkich ścian błędnika właśnie blaszka boczna, *(lamina lateralis)* której poświęciliśmy uprzednio słów kilka, jest główną »nosicielką« małżowin.

Szerokość małżowin nie jest jednakowa. Jedne z nich ciągną się dośrodkowo, aż nieomal do zetknięcia z blaszką pionową, od której są jednak oddzielone wąską szparą — przewodem sitowym wspólnym' *(meatus ethmoidalis communis)*. Są to — małżowiny przyśrodkowe *(endoturbinalia)*. Inne, są znacznie krótsze i ukryte między poprzedniemi; stanowią one: — małżowiny boczne *(ectoturbinalia;* syn.: *conchae laterales; conchae obtectae)* (rys. 168).

Poszczególne małżowiny są od siebie oddzielone wąskiemi szparami — przewodami sitowemi *(meatus ethmoidales)*, łączącemi się z przewodem sitowym wspólnym umieszczonym u blaszki pionowej (rys. 168). W tych to przewodach krąży powietrze obarczone cząstkami aromatycznemi, odkładając je na błonie śluzowej małżowin.

Wszystkie przewody sitowe razem wzięte wraz z przewodem sitowym wspólnym stanowią t. zw. — część węchową jamy nosowej *(pars olfactoria)*, której nie należy w żadnym razie utożsamiać ze znacznie obszerniejszą i bardziej ku przodowi wysuniętą — częścią oddechową *(pars respiratoria)*, nie mającą nic wspólnego z zadaniem kontroli chemicznej powietrza.

Co się tyczy liczby małżowin to jest ona bardzo zmienna u poszczególnych ssaków i waha się od 2 *(Primates)* do 8 *(Ungulata)* (u *Orycteropus* — 11!) dla małżowin przyśrodkowych, i od 0 *(Primates)* do 25 *(Equidae)* dla małżowin bocznych.

A oto, zestawienie kilku danych odnoszących się do niektórych ssaków:

	małżowiny przyśrodkowe	małżowiny boczne
Equidae	6	25
Suinae	7	20
Bovinae	5	18
Carnivora	4	6
Primates	3	—

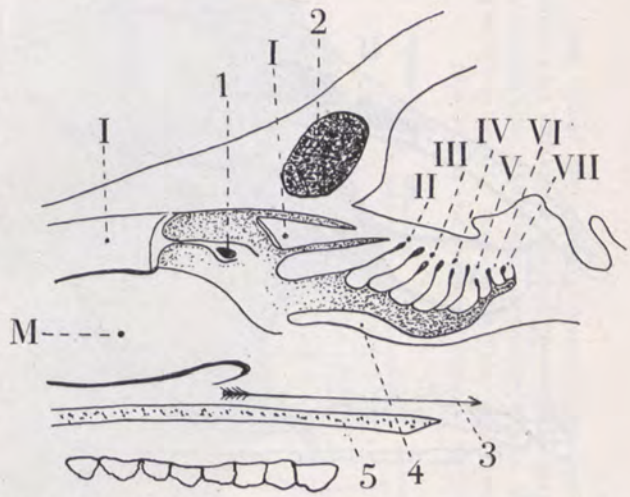
Jeżeli chodzi o same małżowiny przyśrodkowe to stosunki przedstawiają się następująco.

Orhithorhynchus	— 3.	*Dermoptera*	— 4.
Echidna	— 7.	*Xenarthra*	— 7-8.
Marsupialia	— 5.	*Pinnipedia*	— 5.
Insectivora	— 4.	*Artiodactyla*	— 5.
Chiroptera	— 4.	*Proboscidea*	— 5.
Rodentia	— 4.	*Primates*	— 3-4.

W związku z trybem życia wodnym Waleniowatych narząd powonienia jest u nich tak dalece uwsteczniony że u — *Delphinidae* brak nawet nerwów węchowych.

Rzucając okiem na błędnik od strony blaszki pionowej (rys. 171, 172, 173, 174) stwierdzamy, że długość małżowin zmniejsza się w kierunku ku dołowi, albo innemi słowy, małżowiny górne (I, II) są znacznie dłuższe od małżowin dolnych (III, IV, V, VI, VII, VIII e.c.t.).

Małżowina położona najwyżej, a więc tuż pod sklepieniem jamy nosowej, jest opisywana pod nazwą — małżowiny nosowej *(nasoturbinale; ethmoturbinale I;* syn.: *concha dorsalis s. concha nasalis),* a to z tego względu iż nawiązuje ona zawsze ścisłą łączność z kością nosową (rys. 171, 173).



Rys. 172. Ściana boczna prawej połowy jamy nosowej — świni. M — *maxilloturbinale;* I-VII — *ethmoturbinalia;* 1 — *aditus nasomaxillaris;* 2 — *sinus frontalis;* 3 — *ductus nasopharyngeus osseus;* 4 — *lamina terminalis;* 5 — *palatum durum.*

Małżowinę nosową pokrywa błona śluzowa pozbawiona włókien nerwu węchowego, a przeto nie odgrywa ona żadnej roli w zmyśle powonienia.

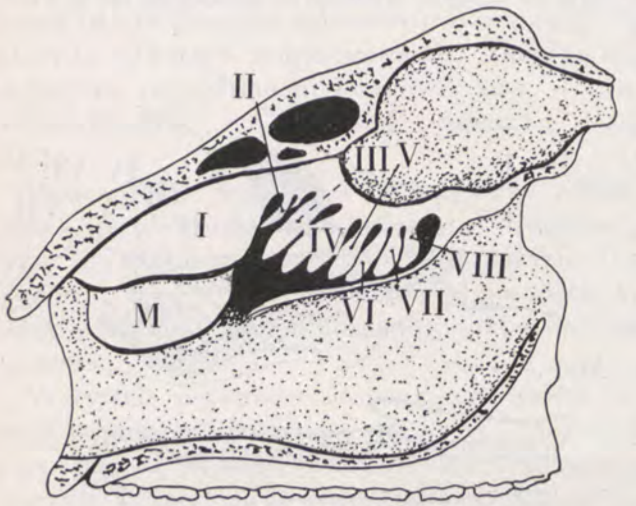
U Koniowatych (rys. 171) omawiana małżowina ma postać długiej blaszki ciągnącej się równolegle do małżowiny szczękowej od blaszki sitowej aż nieomal po krawędź wolną kości nosowej, zwijając się wdół rolkowato wzdłuż swej długiej osi około półtora raza. Krawędź górną małżowiny nosowej przedziela od sklepienia jamy nosowej wąska szpara — przewód nosowy górny *(meatus narium sup.),* stanowiący zachyłek części oddechowej jamy nosowej (rys. 171a).

Wnętrze małżowiny, albo inaczej — jama małżowinowa zo-

staje podzielona blaszką poprzeczną na dwie jamy wtórne — komorę tylną *(camera post.)*, łączącą się z zatoką czołową i — komorę przednią *(camera ant.)*, składającą się z szeregu przestrzeni komunikujących się bezpośrednio z jamą nosową (rys. 171).

Bardzo podobnie przedstawia się budowa małżowiny nosowej u innych ssaków makrosmatycznych.

Małżowina sitowa II *(ethmoturbinale II s. concha ethmoidalis media)* jest umieszczona bezpośrednio poniżej małżowiny nosowej i naogół jest słabo rozwinięta, za wyjątkiem Przeżuwaczy, u których tworzy ona potężny wał, wciskający się od tyłu między małżowinę nosową i małżowinę szczękową *(maxilloturbinale)* (rys. 147).

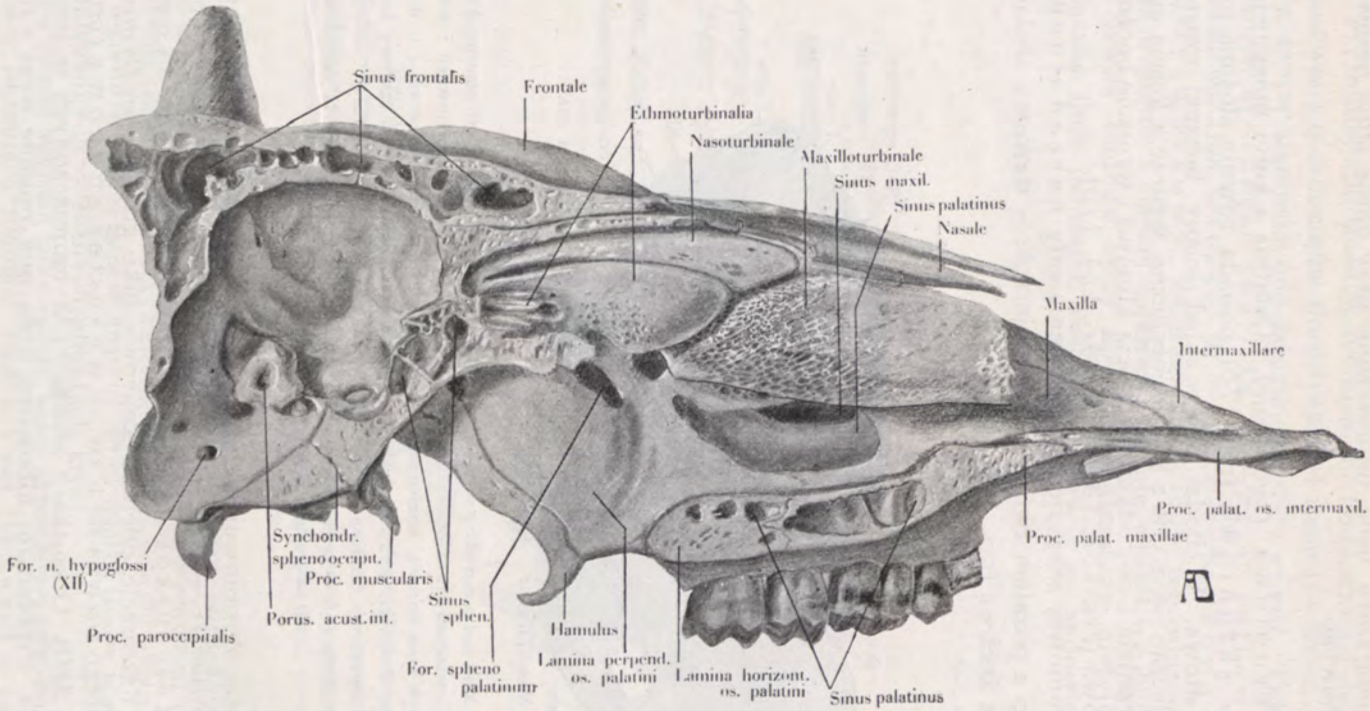


Rys. 173. Ściana boczna jamy nosowej — ✝ *Glyptodon'a* (wg. Burmeister'a; zmieniony).
M małżowina szczękowa *(maxilloturbinale);* I-VIII — *ethmoturbinalia* (I—*nasoturbinale*). Zwrócić szczególną uwagę na znaczną odległość przedzielającą blaszkę poprzeczną *(lamina terminalis)* od podniebienia.

Pozostałe małżowiny (od III wdół) mają postać już tylko drobnych wyniosłości, kończących się u — blaszki poprzecznej *(lamina terminalis)*, oddzielającej — część węchową jamy nosowej *(pars olfactoria cavi* nasi) od jamy gardłowej.

U człowieka, jako u istoty mikrosmatycznej (obdarzonej słabym węchem), błędnik sitowy uległ znacznemu uwstecznieniu. Pierwszy G. Schwalbe (1882) udowodnił, że z małżowiny nosowej pozostał u człowieka li tylko ślad pod postacią t. zw. — progu *(agger nasi)*, t. j. nieznacznego wzniesienia położonego tuż nad małżowiną szczękową, małżowiny zaś sitowe ograniczają się do liczby dwóch lub trzech, odpowiadających małżowinom przyśrodkowym innych ssaków (rys. 248). Zasługuje na uwagę, iż u płodów ludzkich dziewięciomiesięcznych G. Killian opisał pięć zupełnie dobrze ukształtowanych małżowin.

Tak oto przedstawia się w ogólnym zarysie budowa kości sitowej.



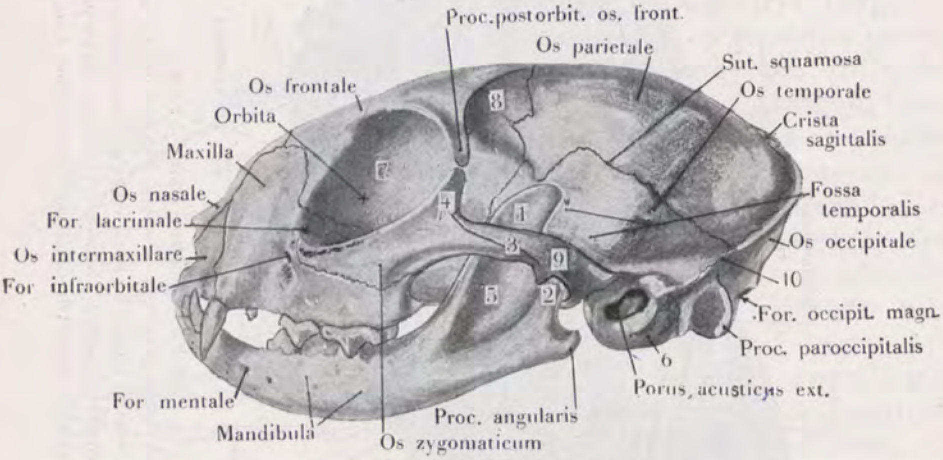
Rys. 174. Przekrój podłużny czaszki k r o w y.

Przedstawioną została połowa lewa czaszki, widziana od strony przegrody nosowej. Zwrócić uwagę: na umiejscowienie małżowin sitowych, na położenie — m a ł ż o w i n y n o s o w e j *(nasoturbinale)* oraz na stosunek części węchowej jamy nosowej *(pars olfactoria cavi nasi)* do jamy czaszkowej *(cavum cranii)*. Poniżej małżowin sitowych *(ethmoturbinalia)* widnieje, wysuwająca się ku przodowi, — b l a s z k a p o p r z e c z n a *(lamina terminalis)*. Pozostałe określenia będą podane dalej.

Wiadomości dodatkowe będą umieszczone przy opisie jamy nosowej i narządu węchowego.

7) Kość skroniowa *(temporale)*. Ostatnia z kości mózgowioczaszki — kość skroniowa (rys. 175) posiada równie złożoną budowę jak kość sitowa. Wchodzi ona w skład ściany bocznej czaszki i jej podstawy łącząc się: wtyle z kością potyliczną, wgórze z kością ciemieniową, naprzedzie i dośrodkowo z kością klinową i wreszcie bocznie z kością jarzmową (rys. 137, 139, 144, 147, 174, 175).

W kości skroniowej znajduje pomieszczenie cały narząd słuchu i równowagi a pozatem tworzy ona powierzchnię stawową, służącą do połączenia z żuchwą (rys. 111).

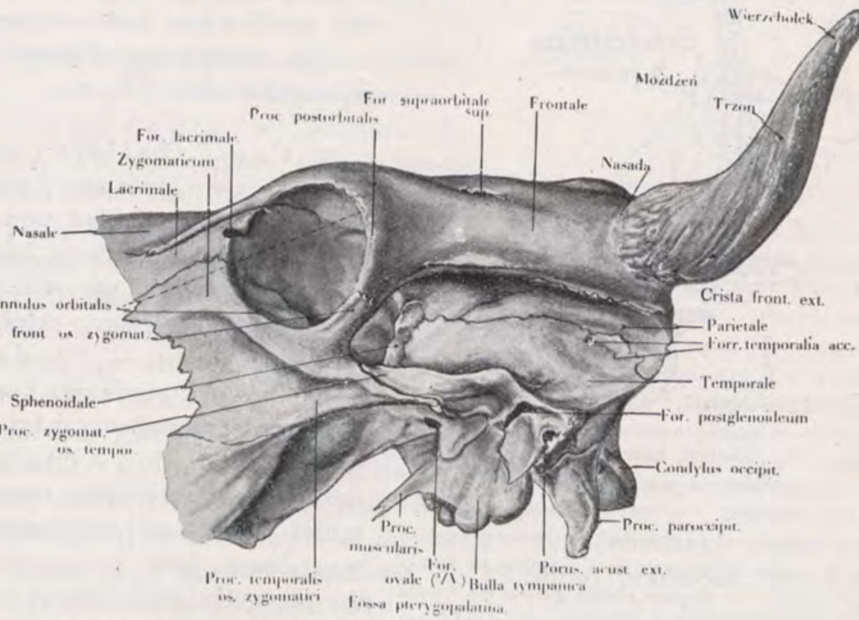


Rys. 174. Czaszka kota domowego, widziana zboku. Zasługuje na uwagę: znaczne skrócenie całej czaszki a zwłaszcza trzewioczaszki, stosunek oczodołu do dołu skroniowego i wielkość oczodołu (tryb życia nocny!), zmniejszenie ilości zębów, kształt kości nosowej i t. d. 1 — wyr. skroniowy; 2 — wyr. stawowy żuchwy; 3 — łuk jarzmowy; 4 — wyr. czołowy kości jarzmowej; 5 — dół żwaczowy żuchwy; 6 — puszka bębenkowa *(bulla tympanica)*; 7 — część oczodołowa kości czołowej; 8 — grzebień czołowy zewn.; 9 — wyr. jarzmowy k. skroniowej; 10 — grzebień skroniowy k. skroniowej.

W skład kości skroniowej wchodzą dwie kości zastępcze: — kość skalista *(petrosum)* i — kość sutkowa *(mastoideum)*, dwie kości pokrywowe: — kość łuskowa *(squamosum)* i — kość bębenkowa *(tympanicum)* i wreszcie odcinek końcowy łuku gnykowego *(tympanohyale)*, z którego rozwija się t. zw. — wyrostek gnykowy *(proc. hyoideus)* (rys. 360). O kostkach słuchowych umieszczonych w jamie bębenkowej nie wspominam albowiem będą one opisane wraz z narządem słuchu.

Wcześniej albo później, wymienione kości zrastają się w jedną całość, ujmowaną u osobników dorosłych pod nazwą — kości skroniowej, a w której stanowią one odpowiednie — części. Tak więc, rozróżniamy: a) — część skalistą, b) — część sutkową, c) — część łuskową albo — łuskę, d) — część bębenkową oraz e) — wyrostek gnykowy. Ze względu na to, że ten ostatni zrasta się bardzo wcześnie z częścią sutkową a przeto wraz z nią będzie opisany.

Zawiłą budowę kości skroniowej tłumaczy nietylko stosunkowo znaczna ilość jednostek kostnych, która w jej budowie bierze udział,



Rys. 175. Okolica dołu skroniowego *(fossa temporalis)* krowy. Zasługuje na szczególną uwagę: kierunek szwu łuskowego *(sut. squamosa)* (por. z rys. 174!), szczupłość obszaru dołu skroniowego naskutek położenia niskiego grzebienia ciemieniowego, obecność otworów skroniowych dodatkowych *(forr. temporalia acc.)*, prowadzących do przewodu skroniowego.

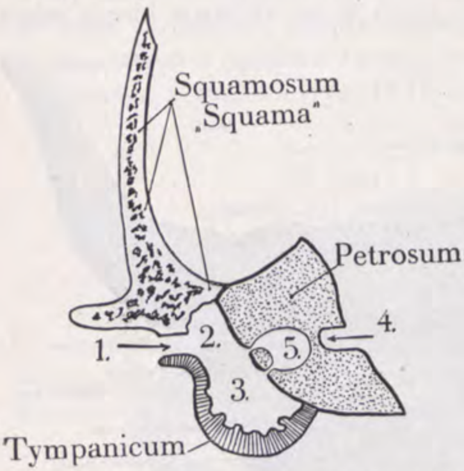
ale przedewszystkiem ta okoliczność, że szereg narządów (nerwy i naczynia), które pierwotnie przebiegały między owemi częściami składowemi, dzięki nieoczekiwanym zrostom zostały później, dosłownie, uwięzione w samej istocie kostnej. Stąd wielka liczba jam i przewodów rozproszonych w różnych punktach kości.

Za punkt wyjścia przy opisie kości skroniowej przyjmiemy obszerną jamkę, zajmującą nieomal środek kości tak zwaną — jamą bębenkową *(cavum tympani)* (rys. 176). Prowadzi do niej szeroki, okrąg-

ławy otwór, widoczny w części bocznej mózgowioczaszki,— otwór słuchowy zewnętrzny *(porus acusticus ext.)* (rys. 174). Otóż, poszczególne części kości skroniowej otaczają ze wszech stron jamę bębenkową w taki sposób, iż część łuskowa *(squamosum)* leży powyżej niej i nazewnątrz, część bębenkowa *(tympanicum)* ogranicza ją bocznie i otacza otwór słuchowy zewnętrzny, część sutkowa znajduje się wtyle i wreszcie część skalista *(petrosum)* widnieje dośrodkowo od jamy bębenkowej (rys. 176).

Przy badaniu kości skroniowej jest niezbędnem odpiłowanie sklepienia czaszki i uzbrojenie się w miękki, cienki zgłębnik celem sondowania przewodów.

Opis kości rozpoczniemy od jej części skalistej.



Rys. 176. Schemat budowy kości skroniowej, widzianej na przekroju czołowym.

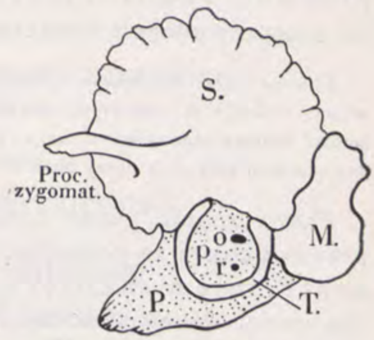
Skróty oznaczają: 1 — otwór słuchowy zewn. *(porus acusticus ext.)* i przewód słuchowy zewnętrzny; 2 — jama bębenkowa (tutaj znajdują się kostki słuchowe!); 3 — wnętrze puszki bębenkowej *(bulla tympanica)*; 4. — przewód słuchowy wewnętrzny; 5 — ucho wewnętrzne a w niem narząd słuchu i narząd równowagi.

a) Część skalista *(pars petrosa; syn: petrosum, pyramis)* wchodzi w skład podstawy czaszki oraz dna jamy czaszkowej i zawiera we wnętrzu swem najważniejszy składnik narządu słuchu — błędnik błoniasty. Posiada ona kształt bardzo nieprawidłowy i trudno sprowadzalny do jakiejkolwiek postaci geometrycznej, temniemniej, dla celów praktycznych, wygodnem jest porównać ją do piramidy trójściennej o — wierzchołku *(apex)* skierowanym ku przodowi i dośrodkowo (w kierunku siodełka tureckiego!) i o — podstawie *(basis)* zwróconej ku tyłowi i bocznie.

Z trzech powierzchni piramidy, dwie biorą udział w utworzeniu dna jamy czaszkowej (rys. 121), trzecia, którą możnaby nazwać powierzchnią bębenkową albo — wzgórzem *(promontorium)* wchodzi w skład ścian ograniczających jamę bębenkową, może być więc oglądana dopiero po uprzedniem usunięciu części bębenkowej wzgl. u osobników młodych (rys. 177) lub u ssaków o pierścieniowatej budowie kości bębenkowej.

Powierzchnię dośrodkową charakteryzuje, przedewszystkiem, obecność szerokiego — otworu słuchowego wewnętrznego *(porus*

acusticus int.) prowadzącego do mniej lub bardziej głębokiego — przewodu słuchowego wewnętrznego *(meatus acusticus int.)*. Służy on do pomieszczenia dwóch nerwów mózgowych — n. twarzowego (VII) i — n. słuchowego (VIII). Wgłębi przewodu widnieje kilka zagłębień, z których jedno położone wdole, jest pokryte licznemi otworkami, spiralnie ułożonemi, — jest to t. zw. — szlak otworowaty *(tractus spiralis foraminosus)*, poprzez który włókna nerwu słuchowego przenikają w miąższ podstawy ślimaka kostnego.



Rys. 177. Kość skroniowa dziecka w okresie kiedy jej poszczególne składniki nie uległy jeszcze zespoleniu. S — łuska *(squamosum)*; M — część sutkowa *(mastoideum)*; P — część skalista *(petrosum)*; T — część bębenkowa *(mastoideum)*; p — występ *(promontorium)*; o — otwór owalny *(for. ovale)*; r — otwór okrągły *(for. rotundum)*.

Z podobnego wgłębienia, ale położonego powyżej, odchodzi obszerny — przewód twarzowy *(canalis facialis)*, którym ciągnie się w istocie kostnej części skalistej — nerw twarzowy (VII). Przewód ten kieruje się początkowo bocznie i nieco ku górze, niebawem jednak gwałtownie zawraca ku tyłowi i wyginając się ku górze zwolna opuszcza się wdół aż do — otworu rylcowosutkowego *(for. stylomastoideum)*, którym się kończy. Otwór rylcowosutkowy łatwo odnaleźć na podstawie zewnętrznej czaszki (rys. 178) bezpośrednio ku przodowi od wyrostka przypotylicznego *(proc. paroccipitalis)*. W miejsce załamania się kierunku przewodu, powstaje lekkie rozszerzenie zwane — kolankiem przewodu *(geniculum canalis facialis s. Fallopii)*, od którego odchodzi wąziutka odnoga zmierzająca ku przodowi i kończąca się nikłym otworkiem — rozworem przewodu twarzowego *(hiatus canalis facialis)*. Położenie rozworu jest bardzo różne, zasadniczo jednak należy go szukać dośrodkowo od — przewodu gardłowobębenkowego Eustachjusza *(tuba auditiva Eustachii)*. Przez wspomniany przewodzik i rozwór ciągnie się gałązka n. twarzowego — nerw skalisty powierzchowny większy.

Ku tyłowi od otworu słuchowego wewnętrznego widnieją dalej dwie drobne półksiężycowate szczeliny, służące do odprowadzania perylimfy błędnika do przestrzeni podpajęczynówkowatych; są to — ujścia wodociągów przedsionka i ślimaka *(aperturae externae aquaeductus vestibuli et cochleae)*.

Poniżej opisanych otworów, a więc w miejscu połączenia części skalistej z częścią podstawną kości potylicznej, spotykamy u Mięsożernych dwa przewody podłużne: jeden — przewód szyjnotętniczy *(canalis caroticus)*, przebijający od dołu ku górze i łukowato wierzchołek części skalistej i drugi, położony bardziej dośrodkowo, — przewód skalistopodstawny *(canalis petrobasilaris)*, służący do przeprowadzenia naczynia żylnego.

Kończąc opis powierzchni przyśrodkowej, należy dodać, iż wtyle od otworu słuchowego wewn. widnieje u niektórych ssaków (człowiek, Mięsożerne, Gryzonie) zagłębienie, niekiedy bardzo znaczne, stanowiące t. zw. — dół podłukowy *(fossa subarcuata)*, podminowywujący przewód półkolisty górny błędnika.

Powierzchnia górna części skalistej jest oddzielona od powierzchni przyśrodkowej za pośrednictwem ostrej, wyraźnej krawędzi, zwanej — grzebieniem skalistym *(crista petrosa)*, służącym za przyczep dla części opony twardej, znanej pod nazwą — namiotu błoniastego *(tentorium membranaceum)*.

Grzebień ten zespala się częstokroć (np. u Mięsożernych) z kostniejącym wtórnie namiotem błoniastym, tworząc cienką lecz szeroką blaszkę, oddzielającą półkule mózgowe od móżdżku, stanowiącą — namiot kostny *(tentorium osseum)* (p. str. 211).

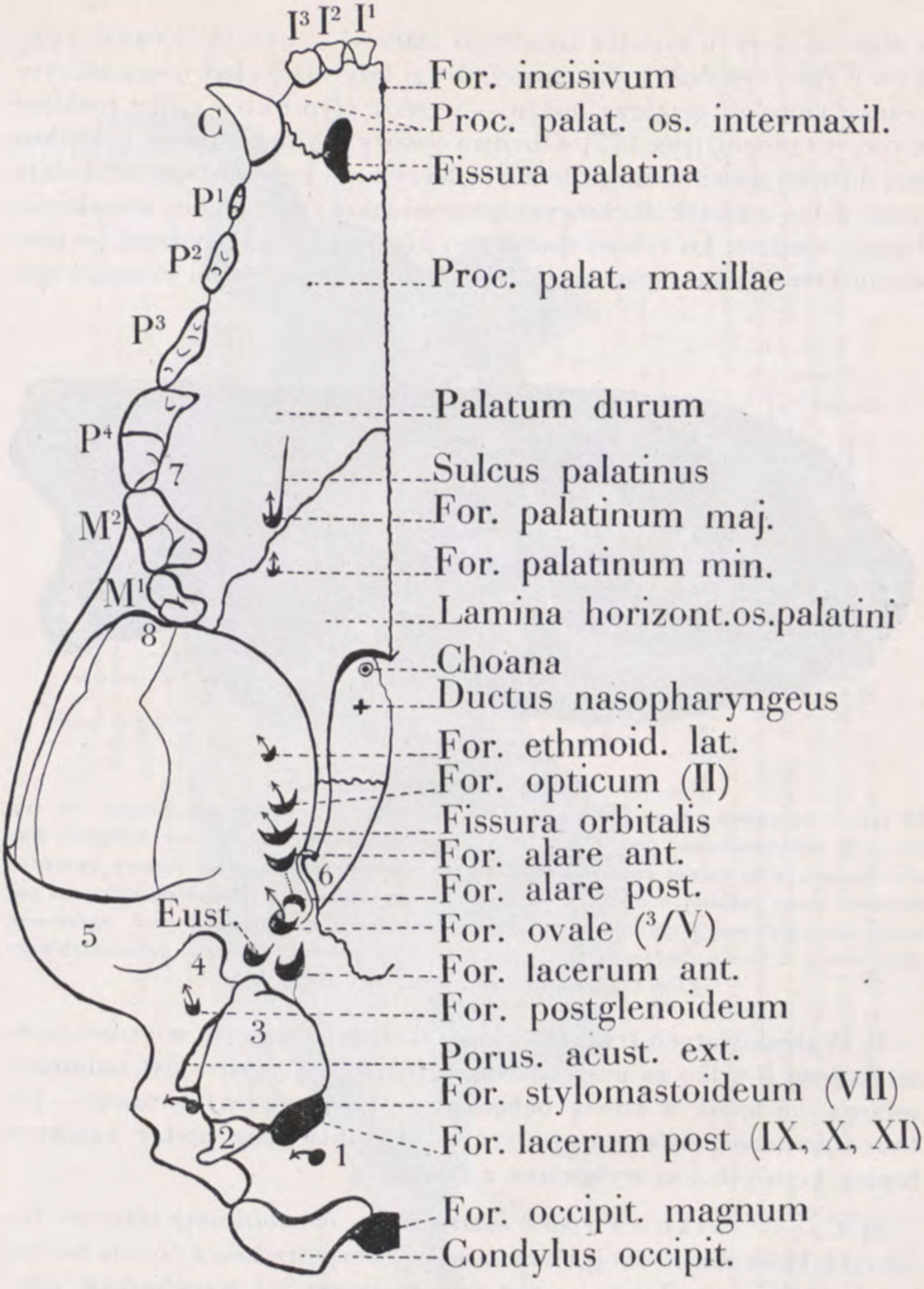
U *Canidae* odcinek przedni grzebienia wykazuje obszerny otwór — przewód nerwu trójdzielnego *(canalis n. trigemini)* poprzez który ciągnie się nerw tejże samej nazwy Wreszcie często na grzebieniu widnieje wąski rowek, służący do pomieszczenia jednej z zatok żylnych mózgowia t. zw. — zatoki skalistej *(sinus petrosus)*.

W przeciwieństwie do powierzchni przyśrodkowej, zwróconej dośrodkowo, — powierzchnia górna części skalistej, nierówna (łęki i wyciski palczaste) jest pochylona bocznie i nieco ku przodowi, dążąc na spotkanie z częścią łuskową, z którą się mniej lub bardziej ściśle spaja (rys. 176). Cechuje ją brak ciekawszych szczegółów anatomicznych, poza opisanym powyżej — rozworem przewodu twarzowego *(hiatus canalis facialis)*, a który często przemieszcza się wdół w okolicę otworu gardłowobębenkowego (np. u Koniowatych).

Ostatnią powierzchnię kości skalistej stanowi jej — powierzchnia boczna albo — bębenkowa. Ujrzeć ją możemy poprzez otwór słuchowy zewnętrzny, ale obejrzeć ją dokładnie udaje się jedynie po usunięciu części bębenkowej.

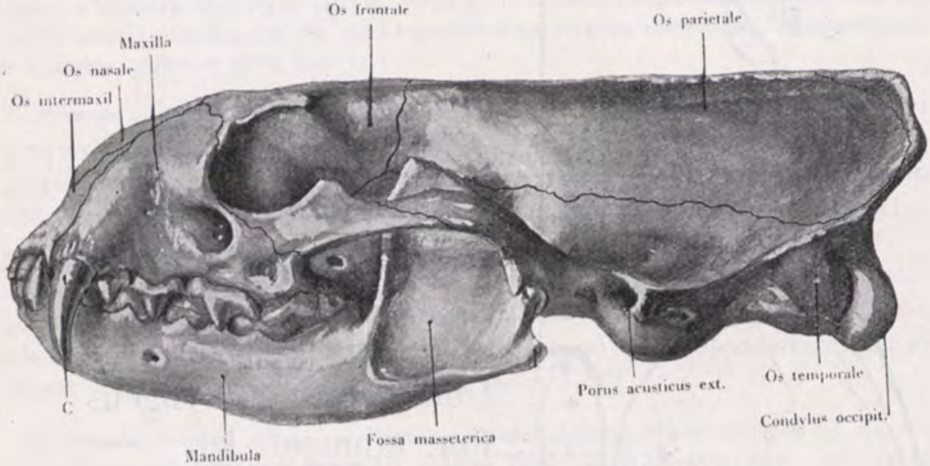
Tworzy ona ścianę przyśrodkową jamy bębenkowej, a więc ścianę oddzielającą ją od ucha wewnętrznego, i ma kształt lekkiego wzniesienia, zwanego — wzgórzem *(promontorium)* (rys. 177).

W części tylnej wzgórza są widoczne dwa dość duże otwory: jeden



Rys. 178. Czaszka psa, widziana od dołu. 1 — *for. n. hypoglossi;* 2 — *proc. paroccipitalis;* 3 — *bulla tympanica;* 4 — *proc. postglenoidalis;* 5 — *fossa mandibularis;* 6 — *pterygoidem;* 7 — *recessus molaris;* 8 — *tuber maxillare.*

z nich większy i kształtu owalnego stanowi — otwór przedsionkowy *(for. vestibuli s. for. ovale)*, drugi leży niżej i jest nieco zakryty przez wyniosłość wzgórza, jest to, — otwór ślimakowy *(for. cochleae s. for. rotundum)* (rys. 177). Obydwa otwory prowadzą z jamy bębenkowej do ucha wewnętrznego, lecz u ssaka żywego są całkowicie zamknięte przez jedną z kostek słuchowych (strzemionko) i przez błonę ślimakową. Jeszcze bardziej ku tyłowi spotykamy cieniutką blaszkę kostną, po usunięciu której, staje się widoczną część końcowa przewodu twarzowego.

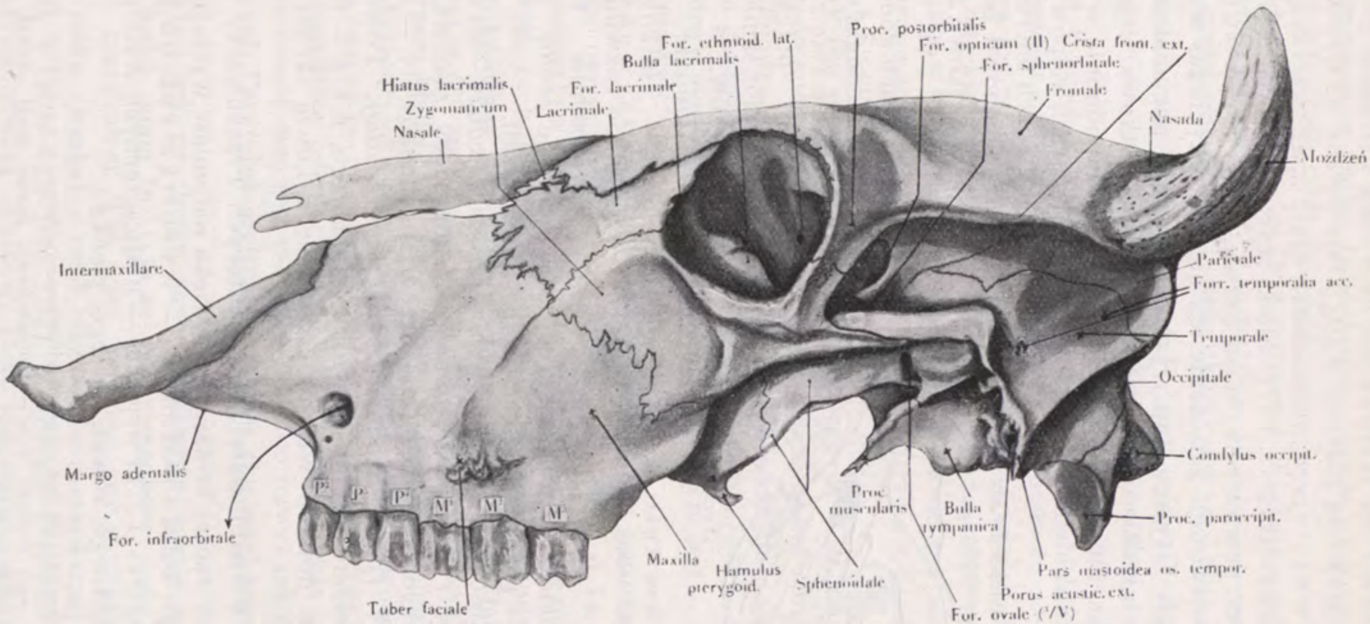


Rys. 179. Czaszka — wydry *(Lutra lutra* L.).

W czaszce tej zwraca uwagę, przedewszystkiem, niezwykłe jej wydłużenie, odnoszące się tym razem do mózgowioczaszki (por. z rys. 106 i 174). Ponadto rzuca się w oczy: rozległość dołu skroniowego, silny rozwój grzebienia strzałkowego i wyrostka skroniowego żuchwy (wszystko to razem biorąc świadczy o mocy m. skroniowego, ten zaś jest wykładnikiem używania pokarmu mięsnego! por. z rys. 153, 156), poziomy przebieg szwu łuskowego *(sut. squamosa)*, słaby rozwój k. łzowej *(lacrimale;* por. z rys. 141, 157), położenie otworu podoczodołowego *(for. infraorbitale;* por. z rys. 156, 167) i t. d.

U Waleniowatych (rys. 194) kość skalista wiąże się z sąsiadującemi kośćmi li tylko za pośrednictwem luźnych więzozrostów, natomiast sprzęga się ściśle z kością bębenkową *(tympanicum)* tworząc — *petrotympanicum*, zwane cetolitem. Cetolity mają postać kulistych bryłek kostnych i są wyławiane z dna mórz.

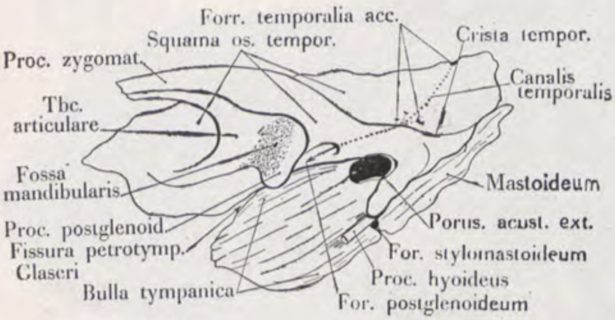
b) Część sutkowa *(pars mastoidaa s. mastoideum)* stanowi ten odcinek kości skroniowej, który sąsiaduje bezpośrednio z częścią boczną kości potylicznej. Zrasta się ona dość wcześnie, już u osobników młodych, z częścią skalistą, tak iż często wraz z nią bywa opisywana, później łączy się ponadto z częścią łuskową, tworząc jakgdyby jej tylne przedłużenie (rys. 181).



Rys. 180. Czaszka — k r o w y bez żuchwy, widziana zboku.

W porównaniu z czaszką Koniowatych (rys. 129, 147) czaszka krowy wykazuje następujące cechy godne odnotowania: odmienny kształt, wielkość i położenie dołu skroniowego, położenie niskie grzebienia ciemieniowego *(crista parietalis;* p. str. 215), rozległość kości łzowej *(lacrimale)*, odmienna budowa pierścienia oczodołowego i odmienne położenie otworu podoczodołowego *(for. infraorbitale)*, obecność guza twarzowego *(tuber faciale;* u Koniowatych — grzebień twarzowy—*crista facialis!)*, brak uzębienia w kości międzyszczękowej *(intermaxillare)*, brak kości ciemieniowej w obrębie sklepienia czaszki i t. d. Znaczne różnice dają się również stwierdzić między czaszką krowy i budową czaszki innych Parzystokopytowców (por. z rys. 135, 140, 141, 144, 145, 153, 156, 159, 161).

U większości ssaków część sutkowa jest niewielka natomiast u człowieka dorosłego tworzy ona znaczny występ skierowany ku dołowi — wyrostek sutkowaty *(proc. mastoideus)*, silnie zpneumatyzowany od strony jamy bębenkowej (rys. 137). Jamki wyrostka, wysłane błoną śluzową i wypełnione powietrzem, noszą nazwę — komórek sutkowych *(cellulae mastoideae)*. Znaczenie ich nie jest dotychczas wyjaśnione. U niektórych Gryzoni (np. *Pedetes, Dipus)*, pneumatyzacja części sutkowej jest tak dalece posunięta, że komora sutkowa sięga aż po sklepienie czaszki. Objaw ten znajduje się prawdopodobnie w ścisłym związku z bytowaniem owych ssaków na obszarach stepowych, na których telereceptory słuchowe posiadają wyjątkowo duże znaczenie. W tych przypadkach komory sutkowe odgrywają oczywiście rolę rezonatorów, potęgujących odbiór szmerów i dźwięków.



Rys. 181. Wyosobniona lewa kość skroniowa cielęcia *(Bos taurus* L.), widziana zboku. Por. z rys. 175 i 180.

U *Equidae* wyrostek sutkowaty jest słabo rozwinięty, powierzchnia kości chropowata, a w miejscu połączenia z łuską widnieje otwór, prowadzący do t. zw. — przewodu skroniowego (patrz niżej).

W części dolnej kości z łatwością daje się wyszukać nieduży — otwór rylcowosutkowy *(for. stylomastoideum)*, stanowiący zakończenie przewodu twarzowego, a bezpośrednio przed nim pieńkowaty — wyrostek gnykowy *(proc. hyoideus* syn: *pars hyalis)*. Powstaje on, jak wiemy z końcowego odcinka łuku gnykowego, t. j. z — *tympanohyale*, a które dopiero wtórnie zrasta się z kością skroniową (rys. 260).

U Koniowatych, u Świniowatych i u niektórych Przeżuwaczy wyrostek gnykowy jest raczej krótki, u człowieka natomiast wyciąga się nakształt wysmukłego kolca i nosi nazwę — wyrostka rylcowatego *(proc. styloideus)* (rys. 137) i wreszcie — u Mięsożernych występuje pod postacią niekształtnego, równo ściętego, pieńka.

Wyrostek rylcowaty człowieka nie jest tworem ściśle homologicznym z wyrostkiem gnykowym, albowiem w skład jego wchodzi poza — *tympanohyale* jeszcze drugi odcinek łuku gnykowego t. j. — *stylohyale* (Flower 1871).

Zazwyczaj wyrostek gnykowy jest otoczony przez blaszkę kostną, pochodzącą z części bębenkowej, zwaną — pochewką wyrostkową *(vagina proc. hyoidei)*.

Ze względu na to, że wyszukanie wyrostka gnykowego może być niekiedy dosyć trudne, zaznaczam, że umieszczony on jest bezpośrednio przed otworem rylcowosutkowym (rys. 185).

Na zakończenie dodam, że z badań J. Dobberstein'a (1923) nad rozwojem czaszki Swiniowatych wypływa, że u niektórych ssaków, część sutkowa może być zupełnie nieobecna.

c) Część łuskowa albo — łuska kości skroniowej *(pars squamosa s. squama os. temporalis)* stanowi tę część kości skroniowej, która jest najbardziej dostępna dla bezpośredniej obserwacji (rys. 180). Ma ona kształt szerokiej blaszki, wchodzącej w skład ściany bocznej czaszki, a która łączy się naprzedzie z kością klinową i z kością jarzmową, a niekiedy i z kością czołową, wtyle z częścią sutkową, a wgórze z kością ciemieniową (rys. 174, 179).

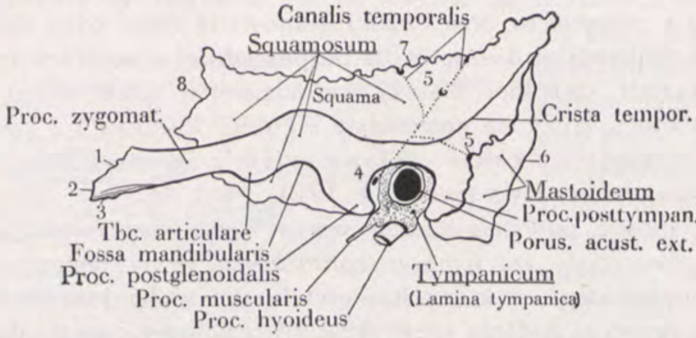
W ten sposób powstaje szereg szwów *(sut. temporoparietalis, sut. temporosphenoidalis, sut. temporofrontalis, sut. temporozygomatica, sut. squamosomastoidea)* z których największym wahaniom morfologicznym gatunkowym podlega szew skroniowoczołowy i szew skroniowoklinowy, natomiast stosunkowo najstalszym jest — szew skroniowociemieniowy.

Szew skroniowociemieniowy *(sutura temporoparietalis)*, bywa opisywany zwykle pod nazwą — szwu łuskowego *(sutura squamosa)* i z wielu względów zasługuje na szczególną uwagę (rys. 174). A więc, cechuje go przedewszystkiem to, że schodzące się tutaj krawędzie kości nie zazębiają się wzajemnie, lecz nakładają się powierzchniami w ten sposób, że łuska znaczną częścią swej powierzchni wewnętrznej kładzie się na krawędź dolną kości ciemieniowej. Dzięki tej okoliczności z dwóch powierzchni łuski — powierzchni zewnętrznej i — powierzchni wewnętrznej, ta ostatnia jest zawsze mniejsza od pierwszej, wskutek czego rola łuski w ograniczeniu jamy czaszkowej jest raczej mała, albo nawet jak to ma miejsce u niektórych Parzystokopytowców (np. u *Bovinae)* zupełnie nikła (rys. 176, 180).

Kierunek przebiegu szwu łuskowego zależy w dużym stopniu od wielkości samej łuski, ta zaś podporządkowywuje się ściśle wymiarom jamy czaszkowej. Tak więc, podczas gdy u większości ssaków łuska jest niska (wąska), a szew ciągnie się, mniej więcej poziomo, (rys. 139, 179), u człowieka (rys. 137), u ktorego pojemność jamy czaszkowej osiąga niebywałą wielkość, łuska jest szeroka (wysoka), a szew łusko-

wy wygina się łukowato wypukłością ku górze. Zbliżoną postać przybiera szew łuskowy u *Felidae,* co możemy stwierdzić np. u kota domowego (rys. 174) i u rysia (rys. 106).

Od powierzchni zewnętrznej łuski odchodzi szeroką, płaską, poziomo położoną — blaszką jarzmową *(lamina zygomatica* R. P.) (rys. 163) silny — wyrostek jarzmowy *(processus zygomaticus),* ciągnący się na spotkanie wyrostka skroniowego kości jarzmowej, wespół z którym tworzy ważny — łuk jarzmowy *(arcus zygomaticus).* Łuk ten ma kształt mostu rzuconego ze szczęki na ścianę boczną czaszki i ma za



Rys. 182. Wyosobniona lewa kość skroniowa konia, widziana zboku (por. z rys. 181). 1. *sutura temporofrontalis (!)*; 2. *margo orbitalis proc. zygomatici (!)*; 3. *sut. temporozygomatica*; 4. *for. postglenoideum*; 5. *forr. temporalia accessoria*; 6. *sut. temporooccipitalis*; 7. *sut. squamosa s. sut. temporofrontalis.*
Część bębenkowa została oznaczona kropkowaniem.

główne zadanie przenoszenie ciśnienia, wywieranego podczas żucia na zęby, na całą mózgowioczaszkę za pośrednictwem łuski kości skroniowej (rys. 174, 180, 181, 182, 183).

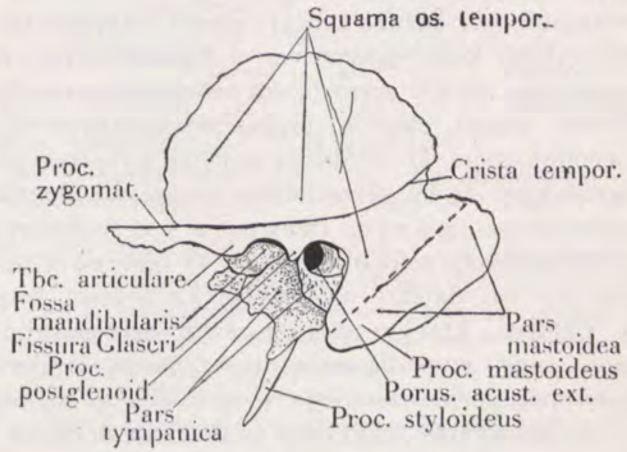
Co się tyczy samego wyrostka jarzmowego, to ma on kształt poprzecznie spłaszczonej i mocno wygiętej ku przodowi blaszki, odrywawającej się od łuski nieco ku przodowi od otworu słuchowego zewnętrznego (rys. 175, 180) a opierającej się swym wolnym końcem, a niekiedy i częścią krawędzi dolnej, na wyrostku skroniowym kości jarzmowej.

Powstaje w tem miejscu — szew skroniowojarzmowy *(sut. temporozygomatica),* ciągnący się zawsze ukośnie wdół i ku tyłowi (rys. 179). Z powyższego wynika że koniec wyrostka jarzmowego jest jak gdyby podtrzymywany przez wyrostek skroniowy kości jarzmowej.

Bardzo swoiście zachowuje się koniec wyrostka jarzmowego u Koniowatych (rys. 147 i 182). Otóż, rozróżnić w nim należy trzy odcinki, z których odcinek górny łączy się z wyrostkiem zaoczodołowym kości

czołowej za pośrednictwem — szwu skroniowoczołowego *(sut. temporofrontalis)*, odcinek środkowy nie łączy się z żadną z sąsiadującemi kości lecz kończy się wolno biorąc bezpośredni udział w budowie — pierścienia oczodołowego *(annulus orbitalis)* (rys. 147) i wreszcie odcinek dolny łącząc się z wyrostkiem skroniowym kości jarzmowej tworzy — szew skroniowojarzmowy *(sut. temporozygomatica)*, odpowiadający takiemuż samemu szwowi innych ssaków.

Przestrzeń, oddzielająca wyrostek jarzmowy od powierzchni łuski, stanowi połączenie dołu skroniowego *(fossa temporalis)* z dołem skrzydłowopodniebiennym *(fossa pterygopalatina)* (rys. 113). Znajduje się w nim — wyrostek skroniowy *(proc. temporalis)* żuchwy. Przestrzeń ta, którą nazwiemy — przestrzenią podjarzmową *(spatium subzygomaticum* R. P.) może być wąska lub też szeroka, w ścisłej zależności od stopnia rozwoju mięśnia skroniowego. Tem należy wytłumaczyć że jest ona wyjątkowo szeroka u Mięsożernych (rys. 163).



Rys. 183. Wyosobniona kość skroniowa człowieka, widziana zboku.
Zwrócić szczególną uwagę na: zarys krawędzi górnej łuski *(squama)* oraz na silny rozwój wyrostka rylcowatego *(proc. styloideus)* (por. z rys. 182).

Kształt wyrostka jarzmowego bywa bardzo różnorodny a to prawdopodobnie w związku z techniką i siłą nagryzania pokarmu.

Do cech często spotykanych należy obecność t.zw. — kolanka wyrostka jarzmowego *(geniculum proc. zygomatici* R. P.). Pod nazwą tą należy rozumieć wyniosłość, widniejącą na krawędzi górnej wyrostka w pobliżu jego nasady, wyniosłość spowodowaną tem że początkowo zmierzający wprost ku górze wyrostek zmienia raptownie swój kierunek zwracając się ku przodowi i nieco wdół. Kolanko wyjątkowo silnie zaznaczone znajdujemy u — łosia *(Alces alces)* (rys. 156), dobrze jest wyrażone u Koniowatych (zwlaszcza u *Hippotigris Quagga Chapmani* (rys. 147), słabiej u *Bovinae*, u *Cervidae* i u *Giraffidae*. U *Carnivora*, u *Rhinocerotidae* (rys. 213), u *Bubalidae*, u *Ovinae* i u *Caprinae*

i u wielu innych ssaków kolanko wyrostka jarzmowego nie występuje. Skoro już jest mowa o kierunku wyrostka jarzmowego to należy dodać że podczas gdy u większości ssaków podstawa wyrostka jest nieco uniesiona, u *Hominidae* i u *Primates* jest ona ułożona poziomo a np. u *Tylopoda* i u *Rodentia* jest lekko wygięta ku dołowi (rys. 193, 200, 219).

Ku tyłowi wyrostek przechodzi w dobrze zarysowany — grzebień skroniowy *(crista temporalis)*, ciągnący się ku grzebieniowi potylicznemu, z którym się wreszcie spaja (rys. 174, 179, 180).

Zarówno wielkość, kształt, jak i stosunki wyrostka jarzmowego są w ścisłym związku z warunkami mechanicznemi, którym jest on poddawany u poszczególnych ssaków. A więc, np. u *Rodentia* (rys. 193) i u *Procavia* wyrostek jest bardzo krótki i szeroko wspiera się na bardzo wydłużonej ku tyłowi kości jarzmowej; u *Equidae* łączy się on nietylko z kością jarzmową ale i z wyrostkiem zaoczodołowym kości czołowej (rys. 129), biorąc udział, choć w stopniu nieznacznym, w utworzeniu pierścienia oczodołowego. U — *Suinae* szeroki wyrostek jarzmowy tworzy wtyle, wznoszący się ku górze i nieco ku tyłowi, charakterystyczny guz, który nazwiemy — guzem jarzmowym *(tuber zygomaticum* R. P.) (rys. 140, 141), naprzedzie zaś kończy się tępo, nà dłuższej przestrzeni wspierając się na, daleko wysuniętej ku tyłowi, listewce kości jarzmowej. U *Cetacea*, którym naskutek swoistego sposobu odżywiania się, czynność żucia wypadła zupełnie, wyrostek jarzmowy ma kształt pręcika, niewspółmiernie cienkiego, w stosunku do wymiarów całej czaszki (rys. 194). Powyższe przykłady podkreślają dobitnie wpływ czynników mechanicznych na kształtowanie się cech morfologicznych w związku z czynnościami nagryzania pokarmów.

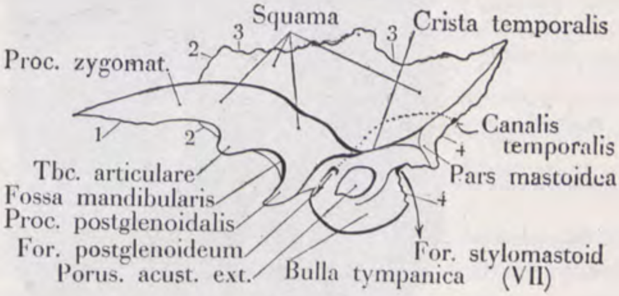
W szerokiej — blaszce jarzmowej *(lamina zygomatica)* należy rozróżnić jedną powierzchnię zwróconą ku górze i drugą skierowaną ku dołowi. Powierzchnia górna blaszki jarzmowej (rys. 163) jest rynienkowato wklęśnięta i wykazuje u Przeżuwaczy znaczny otwór, prowadzący do przewodu skroniowego. Kilka podobnych — otworów skroniowych dodatkowych *(forr. temporalia acc.)* jest rozsypanych u Koniowatych i u Przeżuwaczy na całej powierzchni łuski (rys. 129, 144, 180).

Powierzchnia dolna blaszki jarzmowej tworzy znaczne wgłębienie zwane — dołem żuchwowym *(fossa mandibularis* s. *cavitas glenoidalis)*, służącym do zestawienia z główką żuchwy (rys. 178, 185). Jest to więc powierzchnia stawowa i nie zatrzymywalibyśmy się nad nią dłużej gdyby nie jej znaczenie czynnościowe, związane ze sposobem nagryzania pokarmu. Ale zanim przystąpimy do tego ciekawego tematu, należy przedewszystkiem zaznajomić się z ukształtowaniem owego dołu!

Zasadniczo ma on postać poprzecznej jamki ograniczonej od przodu przez łagodne wzniesienie — guzek stawowy *(tuberculum articulare)*, a od tyłu przez silny — wyrostek zapanewkowy *(proc. postglenoidalis)*. Tak się przedstawiają stosunki u Mięsożernych (rys. 178, 184).

U innych ssaków, w związku z odmiennym sposobem pobierania pokarmów, dają się spostrzec pewne odchylenia od powyższego wzoru, a które sprowadzimy do trzech zasadniczych typów.

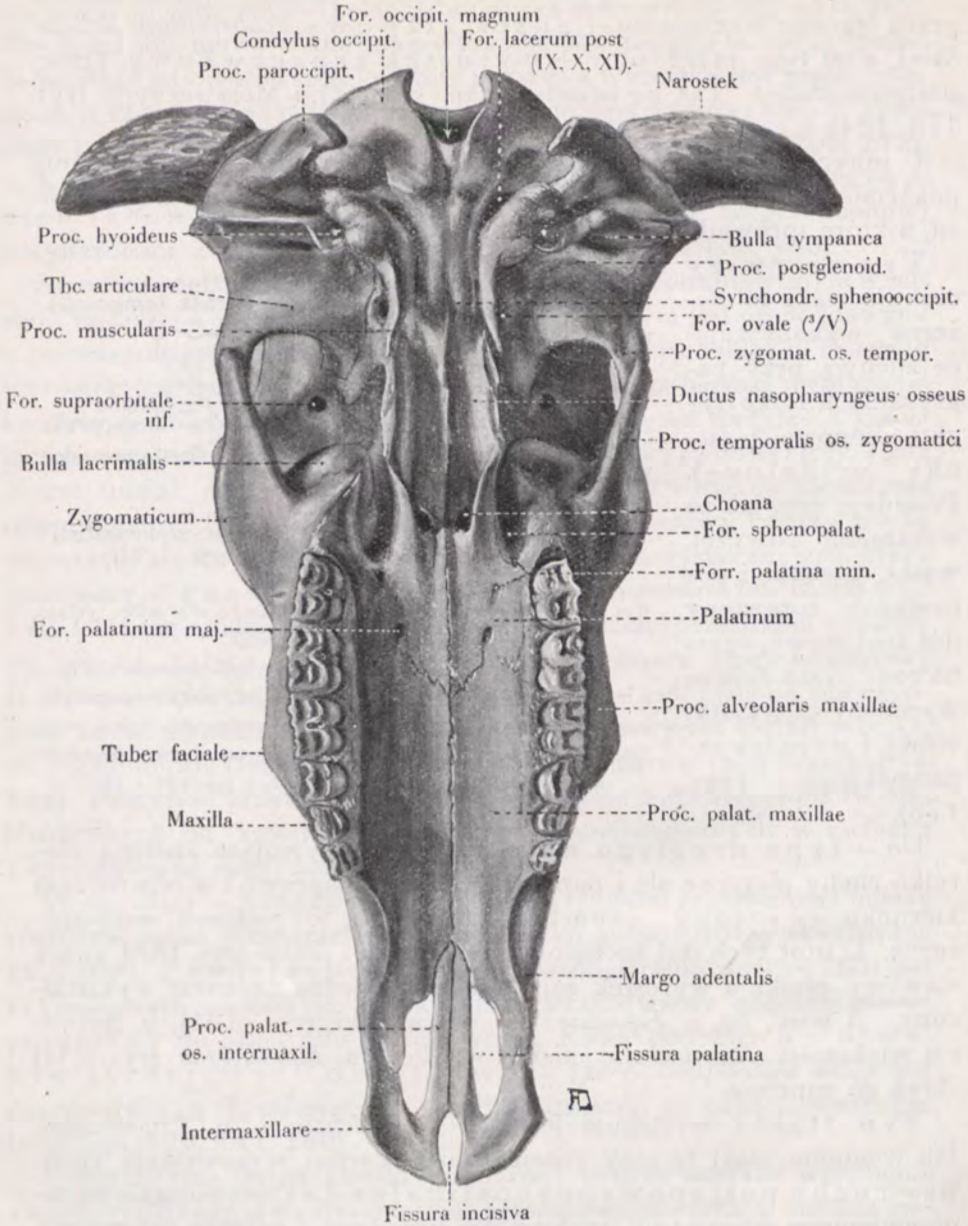
Typ pierwszy cechuje ssaki mięsożerne wykonywujące żuchwą przy nagryzaniu li tylko ruchy pionowe (»ruchy orthalne«). Posiadają one, jak to wskazałem powyżej, wąski, głęboki i poprzecznie ustawiony dół żuchwowy, ograniczony przez dobrze wyrażony guzek stawowy i wyrostek zapanewkowy (rys. 178).



Rys. 184. Wyosobniona kość skroniowa wilka *(Canis lupus)* widziana zboku.
1 — *sut. zygomaticotemporalis;* 2 — *sut. sphenotemporalis* (por. z rys. 113!); 3 — *sut. squamosa;* 4 — *sut. occipitotemporalis.* Linją przerywaną oznaczono przebieg przewodu skroniowego *(canalis temporalis)* w łonie łuski aż po otwór skroniowy dolny *(for. postglenoideum)* (por. z rys. 181 i 182).

Do — typu drugiego należą ssaki wykonywujące żuchwą nietylko ruchy pionowe ale i poprzeczne (zlewa naprawo i w odwrotnym kierunku — »ruchy ósemkowate«). Są to roślino-i wszystkożerne. U istot tych dół żuchwowy jest szeroki i płytki (rys. 185), guzek stawowy płaski, a wyrostek zapanewkowy bardzo zmiennie wykształcony. A więc, np. u *Equidae* jest on wysoki (rys. 131), u *Suinae* i u większości *Ruminantia* niski i wreszcie u *Hominidae* (rys. 243) brak go zupełnie.

Typ trzeci występuje jedynie u *Rodentia* i u *Proboscidea.* Jak wiadomo, ssaki te przy rozcieraniu pokarmu wykonywują żuchwą—ruchy postępowe(»propalinalne«), a które polegają na naprzemiennem wysuwaniu żuchwy ku przodowi i cofaniu jej wstecz. Tak bardzo odmienny mechanizm żucia wymaga, oczywiście, zupełnie odmiennie ukształtowanej powierzchni stawowej. I tak jest w istocie! Dół żuchwowy wymienionych ssaków ma kształt głębokiej, i zazwyczaj dobrze zarysowanej rynienki, ustawionej w płaszczyźnie strzałkowej



Rys. 185. Czaszka — k r o w y bez żuchwy, widziana od dołu.
Zagłębienie widniejące tuż poza guzkiem stawowym *(tuberculum articulare)* stanowi — d ó ł ż u c h w o w y *(fossa mandibularis)*, w którem znajduje pomieszczenie główka żuchwy. Zwrócić szczególną uwagę na: brak siekaczy i kłów górnych *(margo adentalis!)* oraz na wielkość szczeliny siekaczowej *(fissura incisiva)!*

(a więc wprost przeciwnie, jak to ma miejsce u innych ssaków!), zboku ograniczonej przez wyginający się ku dołowi wyrostek jarzmowy. Zarówno guzka stawowego jak i wyrostka zapanewkowego ani śladu.

Co się tyczy wyrostka zapanewkowego *(proc. postglenoidalis)*, to znaczenie jego jest dotychczas dosyć zagadkowe. Zasługuje na wzmiankę, że u *Suinae* i u *Rhinocerotidae* spaja się on z wyrostkiem zabębenkowym (p. niżej), przyczyniając się do znacznego przedłużenia przewodu słuchowego zewnętrznego (rys. 213). Bezpośrednio wtyle od owego wyrostka widnieje u licznych ssaków (Mięsożerne, Przeżuwacze, Koniowate i Owadożerne) obszerny — otwór skroniowy dolny *(for. postglenoideum s. for. jugulare spurium)*, stanowiący zakończenie przewodu skroniowego (p. niżej). U Jeleniowatych *(Cervicornia)* otwór ten posiada wymiary przekraczające wielkość otworu słuchowego zewnętrznego (rys. 135, 153, 156).

Część łuski, sąsiadująca z częścią sutkową, opuszcza się wdół, tuż za otworem słuchowym zewnętrznym tworząc, zazwyczaj dobrze rozwinięty, — wyrostek zabębenkowy *(proc. posttympanicus s. proc. postauditorius s. proc. caudalis)*, a który u *Suinae* (rys. 187 c), jakto była mowa powyżej, spaja się z wyrostkiem zapanewkowym.

Powierzchnię wewnętrzną łuski cechuje obecność licznych wyniosłości — łęków mózgowych *(juga cerebralia)* oraz wpadlin — wycisków palczastych *(impressiones digitatae)*, stanowiących jakgdyby odlewy (negatywy) zawojów i brózd powierzchni półkul mózgowych.

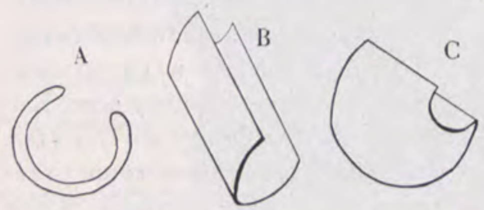
Wtyle widnieje u Mięsożernych, u Przeżuwaczy i u Koniowatych duży — otwór skroniowy górny *(for. temporale sup.)*, odpowiadający początkowi przewodu skroniowego (rys. 184).

D) Część bębenkowa *(pars tympanica)* zwana również — kością bębenkową *(tympanicum)* stanowi homologon tej części żuchwy pierwotnej gadów, która bywa opisywana pod nazwą — *angulare* (rys. 111). Była już o tem wzmianka! Część bębenkowa jest umieszczona wokół — otworu słuchowego zewnętrznego *(porus acusticus ext.)* (rys. 180). Rozwija się ona pod postacią niedomkniętego od góry — pierścienia bębenkowego *(annulus tympanicus)*, zwisającego pod częścią łuskową (rys. 177). Kształt ten utrzymuje się poprzez przeciąg całego życia u ssaków niższych *(Monotremata, Didelphia, Insectivora)*, natomiast u innych ssaków typ pierścieniowaty (rys. 186a) części bębenkowej występuje li tylko jako faza przejściowa w rozwoju osobniczym poczem pierścień bębenkowy rozrasta się tworząc

bądź rodzaj rynienki *(typ rynienkowaty)* (rys. 186b) bądź też przybiera postać miseczki — typ puszkowaty (rys. 186c). Każdy z owych typów stanowi ważną cechę rozpoznawczą kranjologiczną.

Z powyższego wynika jasno, że zarówno osobniczo jak i rodowo typ pierścieniowaty kości bębenkowej jest typem najpierwotniejszym.

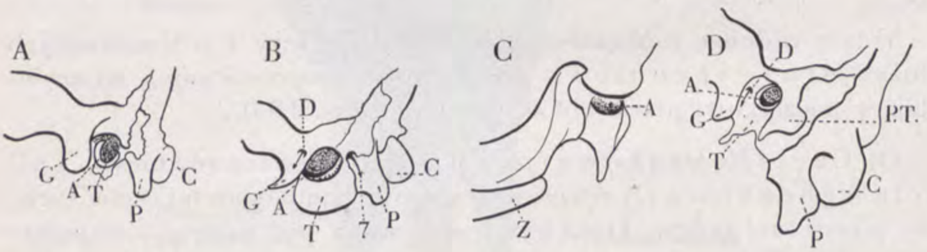
Opis kości rozpoczniemy od poznania — otworu słuchowego zewnętrznego *(porus acusticus ext.)* (rys. 182, 183, 184).



Rys. 186. Trzy główne postacie kości bębenkowej *(tympanicum)*: A — typ pierścieniowaty; B— typ rynienkowaty; C — typ puszkowaty.

Otwór ten posiada zarys okrągły i światłem jest zwrócony wbok. Wyjątek stanowią *Suinae* i *Leporidae*, u których wyraźnie jest on skierowany ku górze (rys. 141, 187c). Prowadzi on do mniej lub bardziej wydłużonego — przewodu słuchowego zewnętrznego *(meatus acusticus ext.)*, światło którego jest odgraniczone u ssaków żywych, od światła jamy bębenkowej za pośrednictwem — błony bębenkowej *(membrana tympani)*.

U Przeżuwaczy (za wyjątkiem *Cervidae)* a zwłaszcza u Świniowatych przewód słuchowy zewn. jest bardzo wydłużony, u Naczelnych, u Koniowatych i u Zającowatych jest raczej krótki i wreszcie u Mięsożernych i u *Caviidae* przewód ma postać zaczątkową.



Rys. 187. Okolica otworu słuchowego zewn. *(porus acusticus ext)* u — A. *Didelphys mars.*; B. *Canis fam.*; C. *Sus dom.*; D. *Equus caballus*.
A—otwór słuchowy zewn. C — kłykieć potyliczny; D — otwór zapanewkowy; G — wyr. zapanewkowy; P—wyr. przypotyliczny; P. T.—wyr. zabębenkowy; T—część bębenkowa k. skroniowej; Z — wyr. skroniowy k. jarzmowej; 7 — otwór rylcowosutkowy.

Rozumie się samo przez się, że długość przewodu słuchowego zewnętrznego zależy w pierwszym rzędzie od stopnia rozwoju kości bębenkowej! Tłumaczy to nam, że w typie pierścieniowatym kości bębenkowej przewód musi być krótki natomiast w typie rynienkowatym

jest on zawsze wydłużony. Co się tyczy typu puszkowatego to stosunki mogą się przedstawiać dosyć różnorodnie. Zależy to oczywiście od tego jak wielka część kości bębenkowej bierze udział w budowie samego przewodu a w jakiej mierze przyczynia się do utworzenia puszki bębenkowej (p. niżej!).

W kierunku przyśrodkowym część bębenkowa często (Koniowate, Przeżuwacze, Owadożerne, Gryzonie i Świniowate) wzdyma się, tworząc charakterystyczną kostną, banieczkę kulistą zwaną — puszką bębenkową *(bulla tympanica)* (rys. 174, 175).

Puszka bębenkowa, oglądana od strony podstawy czaszki, ma u Mięsożernych kształt kulistej wyniosłości, spajającej się często z wyrostkiem przypotylicznym (rys. 184), u Przeżuwaczy natomiast zarysowywuje się pod postacią nieprawidłowego, zboków spłaszczonego, pieńka (rys. 181) wyciągającego się ku przodowi w wysmukły i ostry — wyrostek mięśniowy *(proc. muscularis)*.

Powierzchnia wewnętrzna puszki stanowi — dno jamy bębenkowej *(solum cavi tympani)* które zwykle jest pokryte licznemi — beleczkami kostnemi *(trabeculae osseae)*, oddzielającemi pewną ilość płytkich jamek — zachyłków bębenkowych *(recessus tympanici)*, szeroko łączących się ze światłem jamy bębenkowej (rys. 176).

W innych przypadkach beleczki dna jamy bębenkowej tworzą wysokie — przegródki *(septula)* a wtedy zachyłki stają się głębokie, a cała puszka widziana w przekroju sprawia wrażenie istoty gąbczastej (np. u *Mustelidae)*. Powierzchnia przegródek i beleczek jest wysłana u ssaka żywego, podobnie jak i całe wnętrze jamy bębenkowej, błoną śluzową, ograniczającą przestrzeń wypełnioną powietrzem. Z powyższego założenia wychodząc, można uważać kość skroniową jako jedną z kości podlegających prawidłowo pneumatyzacji.

Znaczenie czynnościowe puszki[1]) nie jest dotychczas wystarczająco wyjaśnione, jest jednak rzeczą prawdopodobną, iż służy ona jako narząd wzmacniający siłę dźwięków dochodzących do ucha.

W budowie puszki bębenkowej, poza kością bębenkową, może brać również udział drobna, samoistna — kostka puszkowa *(os bullae)*. Kostka puszkowa jest wyjątkowo silnie rozwinięta u — *Felidae*. Znaczenie owej kostki nie jest dotychczas ostatecznie wyjaśnione.

W miejscu zetknięcia się części bębenkowej z częścią skalistą kości skroniowej widnieje wąska szpara, prowadząca z jamy bębenkowej nazewnątrz. Jest to trudna do odnalezienia — szczelina skalistobę-

[1]) U *Macroscelididae (Insectivora)* puszki bębenkowe są tak silnie rozwinięte, że puszka prawa styka się z puszką lewą na podstawie czaszki.

benkowa *(fissura petrotympanica s. fissura Glaseri*[1]*)*. U Świniowatych, u owcy i u niektórych innych ssaków szczelina ta jest wyjątkowo duża i ma kształt raczej otworu. Służy ona do przepuszczenia drobnej gałązki tętniczej i nerwu zwanego — struną bębenkową *(chorda tympani)*.

Przyśrodkowo od szczeliny skalistobębenkowej część bębenkowa wyciąga się, tworząc ostry kolec (np. u *Equidae)*, lub tępą wyniosłość skierowaną ku dołowi, t. zw. — wyrostek mięśniowy *(proc. muscularis)* (rys. 192). Jest on słabo wyrażony u Mięsożernych, u człowieka zaś niema go zupełnie.

W bliskiem sąsiedztwie szczeliny skalistobębenkowej wzgl. wyrostka mięśniowego jest położony szeroki otwór prowadzący do jamy bębenkowej. Jest to — kostny przewód gardłowobębenkowy *(tuba auditiva Eustachii*[2]) *s. canalis musculotubarius)*. Jak z samej nazwy wynika, łączy on jamę gardłową z jamą bębenkową, a ma za zadanie doprowadzenia powietrza do jamy bębenkowej. Przewód ten może być uważany za, mocno przekształconą, pozostałość pierwszej wewnętrznej kieszonki skrzelowej.

Na tem zostało wyczerpane sprawozdanie z ogólnej budowy kości skroniowej. Jak widać, obfituje ona w moc szczegółów, częstokroć trudnych do ujęcia przy braku odpowiedniej »zaprawy« morfologicznej.

Zawiłość budowy omawianej kości potęguje obecność licznych przewodów i jam, dość, że trudno sobie wyobrazić jak możnaby ją zrozumieć bez dokonania szeregu odpowiednio przeprowadzonych, w płaszczyznach czołowych, przekrojów!

A oto krótki opis owych jam i przewodów!

Jama bębenkowa *(cavum tympani)*. Celem dogodnego obejrzenia jamy bębenkowej zaleca się przeprowadzenie przekroju czołowego całej czaszki wzdłuż płaszczyzny przechodzącej przez obydwa otwory słuchowe (rys. 176). Ma ona postać bardzo nieprawidłową, a jest ograniczona dośrodkowo przez — wzgórze części skalistej *(promontorium)*, bocznie i od dołu przez część bębenkową *(tympanicum)*, od góry przez drobny odcinek łuski *(squama)* i wreszcie od tyłu przez część bębenkową.

Do jamy bębenkowej prowadzi obszerny — przewód słuchowy zewnętrzny *(meatus acusticus ext.)* a od przodu — przewód gardłowobębenkowy *(tuba auditiva Eustachii)*. Ponadto jama bębenkowa łączy się z uchem wewnętrznem za pośrednictwem opisanych powyżej otworów przedsionkowego i ślimakowego, umieszczonych na — wzgórzu *(promontorium)*.

---

[1]) Jan Henryk Glaser (1629 — 1675) profesor anatomji w Bazylei.

[2]) Bartolomeo Eustachi († 1574), nadworny lekarz papieski oraz profesor anatomji w Rzymie. Odkrywca przewodu gardłowobębenkowego oraz zastawek żyły głównej tylnej.

W odcinku przednim jamy widnieje wąska — szczelina skalistobębenkowa *(fiss. petrotympanica)*, przez którą przechodzi nerw zwany — struną bębenkową *(chorda tympani)*.

U ssaków posiadających część bębenkową płaską (np. u człowieka) jama bębenkowa jest bardzo ciasna, u innych a więc u tych, które są obdarzone — puszką bębenkową *(bulla tympanica)* jama ta jest, oczywiście, dość obszerna.

Przewód twarzowy *(canalis facialis)*. Pod nazwą tą ujmujemy przewód kostny kości skroniowej służący do pomieszczenia n. twarzowego (VII). Rozpoczyna się on na dnie przewodu słuchowego wewnętrzego *(meatus acusticus int.)* poczem ciągnie się ku przodowi i nazewnątrz. W pewnym punkcie przewód rozszerza się cokolwiek i jednocześnie zmienia raptownie kierunek zawracając ku tyłowi, a potem wdół, (»kolanko przewodu twarzowego«) i wreszcie kończy się w części sutkowej — otworem rylcowosutkowym *(for. stylomastoideum)*. Od — kolanka odchodzi ku przodowi drobny przewodzik, którego ujście t. zw. — rozwór przewodu twarzowego *(hiatus canalis facialis)* było opisane na swojem miejscu.

W nawiasie dodam że u *Caviidae* otwór rylcowosutkowy należy szukać bezpośrednio wtyle od otworu słuchowego zewnętrznego.

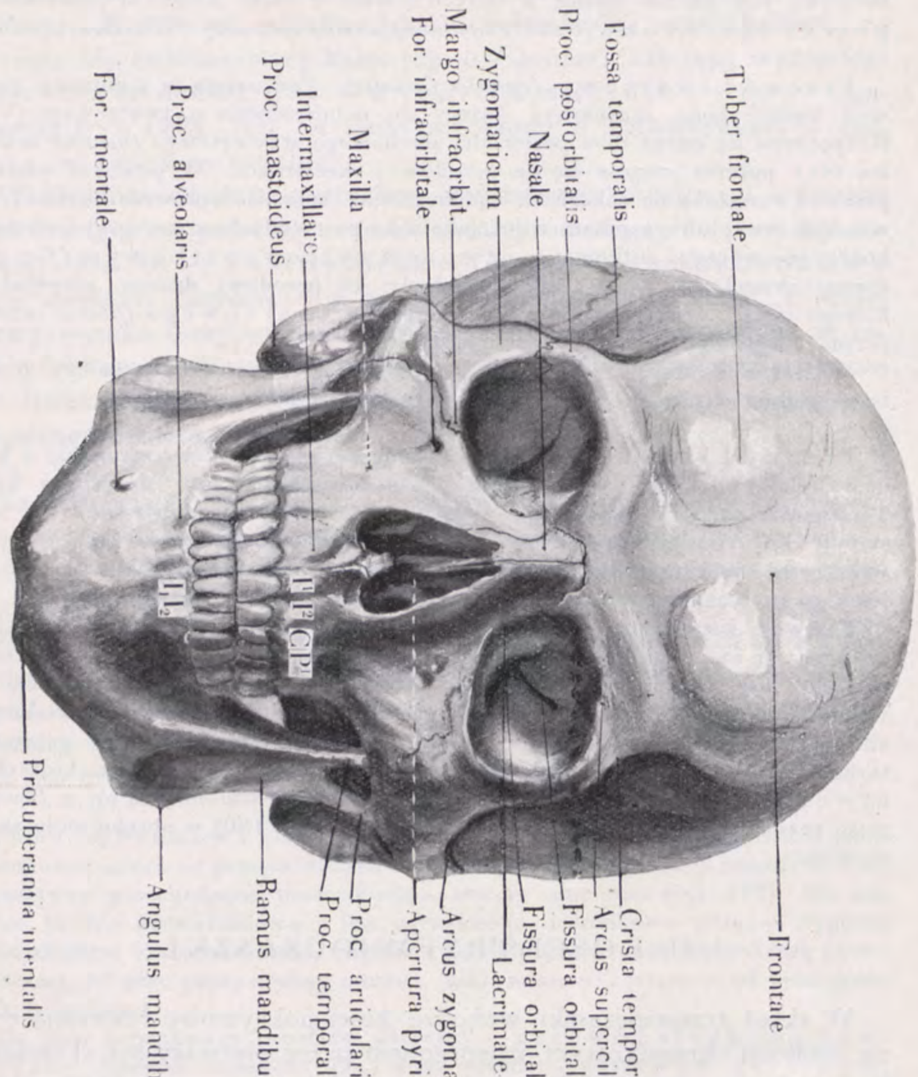
Przewód skroniowy *(canalis temporalis s. meatus temporalis)* o którym była wielokrotnie mowa, służy do pomieszczenia żyły zbierającej krew z mózgowia — żyły szyjnej zewnętrznej *(vena jugularis ext.)*. Nie występuje on u wszystkich ssaków a jedynie u tych, u których krążenie żylne wewnętrznoczaszkowe wykazuje cechy bardziej pierwotne. Tak więc znajdujemy go u: Koniowatych, Przeżuwaczy, Mięsożernych i u Owadożernych.

Przewód rozpoczyna się na powierzchni wewnętrznej części sutkowej — otworem skroniowym górnym *(for. temporale sup.)* poczem przebija nawylot kość skroniową kierując się nazewnątrz i ku przodowi, kończąc się wtyle od wyrostka zapanewkowego — otworem skroniowym dolnym albo — otworem zapanewkowym *(for. postglenoideum)*. Do przewodu skroniowego uchodzą, mniej lub bardziej liczne, przewody dodatkowe, których — otwory skroniowe dodatkowe *(forr. temporalia acc.)* są np. u *Bovinae* gęsto rozsiane na powierzchni zewnętrznej łuski (rys. 180) w obrębie dołu skroniowego.

II. KOŚCI TRZEWIOCZASZKI.

W skład trzewioczaszki wchodzą kości pokrywowe rozwijające się na podłożu chrząstkowem, utworzonem przez pierwszy łuk skrzelowy (t. j. łuk żuchwowy) i przez torebkę nosową pierwotną. Nic więc dziwnego, iż wszystkie one biorą udział, acz w bardzo różnym stopniu, w budowie ścian kostnych, ograniczających jamę ustną i jamę nosową. Każda z nich, oczywiście, posiada własną historję, która była świadkiem licznych przeistoczeń dostosowawczych, w zależności od warunków życiowych danej istoty. Każdej z tych kości, przypada

pewne ściśle określone zadanie, ale żadna z nich jednak nie wykazuje tak wielostronnego znaczenia, podobnego bogactwa stosunków, jak — s z c z ę k a *(maxilla)*, stanowiąca jakgdyby zrąb albo kamień węgielny,



Rys. 188. Czaszka c z ł o w i e k a, widziana od przodu.
Zwrócić szczególną uwagę na budowę oczodołu oraz na oddzielenie się jego od dołu skroniowego.

na którym wspierają się pozostałe kości trzewioczaszki (p. Diagram II i rys. 188, 192). Od niej więc ten opis zaczniemy.

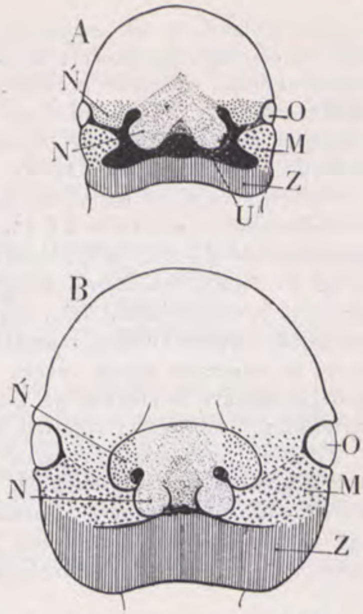
Zrozumieć jednak budowę szczęki jest nieomal niepodobieństwem

bez uprzedniego zaznajomienia się z główniemi wytycznemi z zakresu rozwoju osobniczego — twarzy *(facies)*.

Rozwój osobniczy twarzy. Dzięki badaniom W. His'a (1880 — 1885), C. Rabl'a (1902), G. Retzius'a (1904), K. Peter'a (1911), i Michio Inouye (1912) rozwój osobniczy twarzy ssaków jest nam w ogólnych zarysach dość dobrze znany. W każdym bądź razie nie czeka nas tutaj żadna poważniejsza niespodzianka... Otóż, tak się złożyło, że ośrodkiem, i to w dosłownem tego słowa znaczeniu, rozwoju twarzy jest okolica ustna. Mam oczywiście na myśli niewspółmiernie wielką i w niczem nie przypominającą stosunki późniejsze — szparę ust pierwotną *(rima oris primit.)*, ograniczoną szeregiem wałkowatych wyniosłości zwanych — wyrostkami twarzowemi (rys. 189a). Jeden z owych wyrostków noszący nazwę — wyrostka czołowego[1]) *(proc. frontalis)* ogranicza szparę ust od góry a bocznie dociera do zawiązków ocznych. Jest on nieparzysty i w części swej pośrodkowej wykazuje drobne wcięcie, które nazwiemy — wcięciem granicznem górnem *(incisura marginalis sup.*[2]) R. P.).

Pierwotnie jednolity wyrostek czołowy zostaje niebawem podzielony na cztery, symetryczne wyrostki wtórne, a to dzięki powstaniu płytkich — dołków węchowych *(foveae olfactoriae)* czyli zawiązków jamy nosowej pierwotnej. W ten sposób różnicuje się: — wyrostek nosowy boczny *(proc. nasalis lat.)* (rys. A. N'), umieszczony między zawiązkiem oka i dołkiem węchowym, oraz — wyrostek nosowy przyśrodkowy *(proc. nasalis med.)* (rys. A: N), położony między dołkiem węchowym i wspomnianem wcięciem granicznem górnem.

Bocznie od wyrostka czołowego względnie od wyrostków nosowych bocznych widnieje, po każdej stronie, początkowo dość słabo wyrażony — wyrostek szczękowy *(proc. maxillaris)* (rys. 189 A: M), a któ-



Rys. 189. Schematy, przedstawiające dwie kolejne fazy rozwoju twarzy płodu ssaka (wykonano na podstawie badań Rabl'a, Retzius'a, His'a i Michio Inouye).

A. Skróty oznaczają: O — zawiązek oka; N — wyrostek nosowy przyśrodkowy wyrostka czołowego; Ń — wyrostek boczny wyrostka czołowego. Między niemi widnieje dołek węchowy jako zawiązek jamy nosowej; M — wyrostek szczękowy; Z — wyrostek żuchwowy; U — szpara ust pierwotna *(rima oris primitiva)*.

B. Stosunki późniejsze, po zroście wyrostka szczękowego z obu wyrostkami nosowemi.

Wszędzie kropkowaniem drobnem oznaczono zasięg wyrostków nosowych przyśrodkowych, kropkowaniem grubem zasięg wyrostków nosowych bocznych i wreszcie kreskowaniem pionowem zaznaczono obszar wyrostków żuchwowych. Szpara widniejąca na rysunku A między okiem i szparą ustną stanowi zawiązek przewodu nosowołzowego, który zdążył się na rys. B wyosobnić i zagłębić pod powłokę skórną.

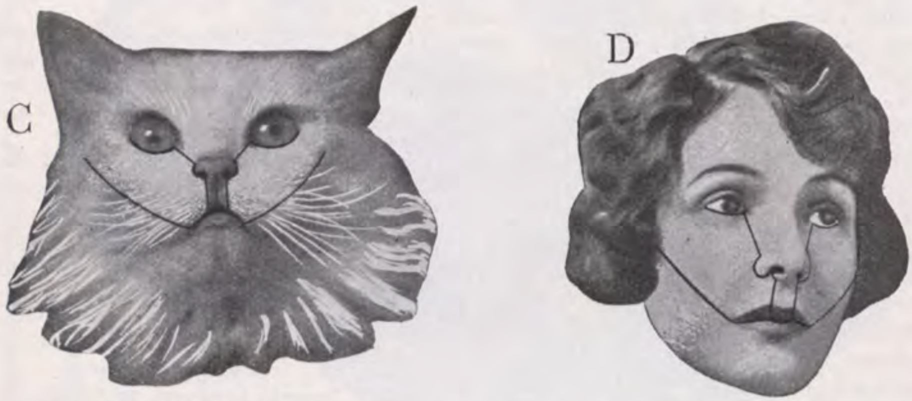
[1]) Powyższa nazwa nie jest dobrze dobrana, albowiem w tej fazie rozwojowej nie może być jeszcze mowy o okolicy czołowej i że co więcej z wyrostka czołowego powstaje głównie okolica nosowa.

[2]) R. Poplewski. — Anatomja powierzchniowa okolicy ust. (Studja prozopologiczne V; 1935).

ry jest oddzielony od sąsiadującego wyrostka nosowgo bocznego przez głęboką brózdę, ciągnącą się ukośnie od zawiązka oka aż do pierwotnej szpary ust. Brózda ta stanowi zaczątek przyszłego—p r z e w o d u n o s o w o ł z o w e g o *(ductus nasolacrimalis).* W późniejszych fazach rozwojowych przewód nosowołzowy błoniasty zostaje otoczony tkanką kościotwórczą tworzącą dlań ściany kostne, wchodzące w skład kości łzowej i szczęki.

Wdole szparę ust pierwotną ograniczają parzyste, symetrycznie położone, mało wyosobnione — w y r o s t k i ż u c h w o w e *(proc. mandibulares)* (rys. 189 A: U.), przedzielone w części pośrodkowej słabo zaznaczonem — w c i ę c i e m g r a n i c z n e m d o l n e m *(incisura marginalis inf.* R. P.), analogicznem do wcięcia granicznego górnego, przedzielającego wgórze wyrostki nosowe przyśrodkowe. Wyrostki żuchwowe tworzą zaczątki wargi dolnej oraz okolicy bródkowej *(mentum)*, które w obecnym stanie rzeczy stanowią jeszcze jedną niezróżnicowaną całość. Podział obszaru żuchwowego twarzy na wyosobnioną wargę dolną i bródkę jest zjawiskiem osobniczo i rodowo wtórnem i późnem.

Miejsce spotkania wyrostka żuchwowego z wyrostkiem szczękowym tejże strony posiada postać głębokiego ubytku, który nazwiemy — k ą t e m u s t p i e r w o t n y m *(angulus oris primit.* R. P.). Jak z samej nazwy wynika, pierwotny kąt ust, w żadnym razie nie odpowiada — k ą t o w i u s t o s t a t e c z n e m u *(angulus oris secund.)* osobników dorosłych.



Rys. 190. Twarz kota i twarz kobiety z zaznaczonemi granicami między poszczególnemi wyrostkami, biorącemi udział w budowie twarzy (por. z rys. 189 A i B).

Sądzę, że powyższe dane są wystarczające jasno przedstawione na załączonych rysunkach (rys. 190), stanowiących schematyzację i lekkie uproszczenie stosunków opisanych przez wspomnianych powyżej autorów.

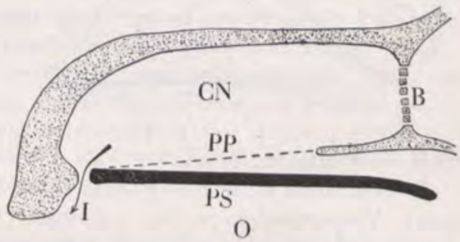
Tak się przedstawia układ stosunków u zarodków bardzo młodych, a jest rzeczą zastanowienia godną, że rozwój twarzy u poszczególnych ssaków (rys. 190) przebiega zasadniczo według tego samego planu.

Nieco później (rys. 189 B.) stajemy się świadkami następujących przeistoczeń. A więc, przedewszystkiem stwierdzamy zrost wyrostka szczękowego z wyrostkiem nosowym bocznym, naskutek czego brózda nosowołzowa zostaje przekształcona w — p r z e w ó d n o s o w o ł z o w y *(ductus nasolacrimalis)*, odprowadzający łzy z worka spojówkowego do wnętrza jamy nosowej.

Pozatem aktywność wyrostka szczękowego przejawia się jeszcze w tem, iż dzięki wzrostowi dośrodkowemu osiąga on ostatecznie wyrostek nosowy przyśrodkowy i wreszcie się z nim zrasta, przerywając w ten sposób związek dołka węchowego ze szparą ust pierwotną. Ta ostatnia podlega coraz bardziej potęgującemu się przewężeniu, a to naskutek stopniowo posuwającego się, w kierunku przyśrodkowym, zrostu wyrostka szczękowego z odnośnym wyrostkiem żuchwowym. W ten sposób tworzy się zwolna — policzek *(bucca)* i to jak widać jedynie kosztem — warg pierwotnych *(labia promitiva)*. Fałdy te nazywam »wargami pierwotnemi« albowiem zawierają one w sobie zarówno zaczątki warg właściwych jak i zaczątki dziąsłowozębowe oraz zawiązek — bródki *(mentum)*, a pozatem owe wargi są jeszcze całkowicie pozbawione włókien mięsnych[1]).

Jama ust pierwotna *(cavum oris primit.)* ma postać rozległej przestrzeni, niepodzielonej jeszcze na jamę ust właściwą i na przedsionek, a pozatem jest oddzielona od jamy gardłowej za pośrednictwem — błony gardłowej *(membrana pharyngea)*. W odcinku przednim sklepienia jamy ustnej można ujrzeć dwa symetryczne drobne — nozdrza pierwotne *(choanae primit.)*, stanowiące ujścia doustne jam nosowych pierwotnych, a których otwory wejściowe są widoczne między wyrostkami nosowemi przyśrodkowemi i wyrostkami nosowemi bocznemi (rys. 189 B).

Część sklepienia jamy ust pierwotnej, oddzielająca nozdrza pierwotne od dolnych krawędzi wyrostków nosowych przyśrodkowych, nazwano — podniebieniem pierwotnem *(palatum primit.)*. Jak już z samej nazwy wynika posiada ono bardzo mało wspólnego z — podniebieniem wtórnem *(palatum secundarium)*, o którem będzie mowa szczegółowiej dalej.



Rys. 191. Powstawanie i położenie podniebienia wtórnego (PS). CN — jama nosowa; PP — nozdrza pierwotne; I — przewód siekaczowy. B — blaszka sitowa. O — jama ust wtórna. Na tym rysunku podniebienie pierwotne przedstawia się jako wał umieszczony tuż przed otworem siekaczowym (I), nozdrze zaś wtórne znajduje się nad końcem tylnym podniebienia wtórnego (P. S.).

Do chwili obecnej wszystkie wymienione powyżej wyrostki twarzowe posiadają charakter płytek błoniastych, pozbawionych nawet śladów tkanki kostnej. Rychło jednak ten stan ulega zmianie! Otóż, tkanka kościotwórcza sklerotomalna, która w międzyczasie dotarła i do odcinka głowowego tułowia, podlega powolnemu przekształceniu w tkankę kostną, stanowiąc zaczątki szeregu kości otaczających jamę ust pierwotną. I tak, w wyrostku żuchwowym rozwija się dookoła chrząstki Meckela — żuchwa *(mandibula)*, w wyrostku szczękowym powstaje — szczęka *(maxilla)*, a w wyrostkach nosowych — kość międzyszczękowa *(intermaxillare)* oraz — kości nosowe *(nasalia)*. Niebawem zaczątki kości międzyszczękowych wysyłają w obręb podniebienia pierwotnego cienkie blaszki zwane — wyrostkami podniebiennemi *(procc. palatini)*, mające za zadanie utworzenie odcinka przedniego podniebienia kostnego. Odci-

[1]) Obecność włókien mięsnych w obrębie warg jest cechą swoistą ssaków.

nka, który możemy nazwać — częścią międzyszczękową *(pars. intermaxillaris)* podniebienia. Tuż za nią jama ust pierwotna łączy się w dalszym ciągu z jamami nosowemi pierwotnemi... Stan ten jednak wkrótce ulega zmianie. Oto z zaczątków szczęk wyrastają cienkie blaszki poziome, zdążające ku sobie na spotkanie, a stanowiące t. zw. — wyrostki podniebienne szczęk *(procc. palatini maxillarum)*. One to, zrastając się wreszcie ze sobą w płaszczyźnie pośrodkowej jamy ustnej pierwotnej dzielą ją na dwa piętra, z których piętro dolne stanowić będzie — jamą ust wtórną *(cavum oris secundarium)* natomiast piętro górne, dołączywszy się do jam nosowych pierwotnych, utworzy — jamę nosową wtórną *(cavum nasi secundarium)* (rys. 191). Część podniebienia kostnego ssaków, powstałego z wyrostków podniebiennych, szczęk (a zazwyczaj i z wyrostków podniebiennych kości podniebiennych) nosi nazwę — podniebienia wtórnego *(palatum secundarium)*. W miejscu połączenia podniebienia pierwotnego z podniebieniem wtórnem widnieje u ogromnej większości ssaków drobny przewód, łączący jamę nosową z jamą ustną, t. zw. — przewód siekaczowy *(canalis incisivus)* (rys. 178).

Naskutek ścisłego połączenia krawędzi przedniej podniebienia wtórnego z krawędzią tylną podniebienia pierwotnego, nozdrza t. j. otwory łączące jamę nosową z jamą ustną, ulegają znacznemu przesunięciu ku tyłowi a więc już w obręb gardzieli. Tam więc tworzą się — nozdrza tylne albo — ostateczne *(choanae)* czyli otwory łączące jamę nosową z gardzielą.

Owe oddzielenie jamy ustnej od jamy nosowej umożliwia powstawanie w jamie ustnej ciśnienia ujemnego, nieodzownego w akcie ssania. Tak więc powstanie wyrostków podniebiennych szczęk *(procc. palatini maxillae)*, o których będzie mowa poniżej, jest wykładnikiem odżywiania się przez noworodki ssaków wydzieliną mleczną sutek.

A teraz kilka słów o — jamie nosowej wtórnej *(cavum nasi secundarium)*. Wspomniałem wyżej, że powstaje ona przez dołączenie się do jam nosowych pierwotnych (jamki węchowe!) piętra górnego jamy ustnej pierwotnej (rys. 191). Początkowo przedstawia się ona jako jednolita przestrzeń o ścianach gładkich, w okresie jednak zrastania się wyrostków podniebiennych szczęk opuszcza się ze sklepienia jamy nosowej wtórnej, zrazu bardzo gruba — przegroda nosowa pośrodkowa, dzieląca całą jamę nosową na dwie symetryczne połowy: prawą i lewą. Przegroda ta, zwana — przegrodą nosową *(septum nasi)* zrasta się wdole ze szwem łączącym obydwa wyrostki podniebienne szczęk, a we wnętrzu jej rozwija się wgórze, znana nam już, — blaszka prostopadła kości sitowej *(lamina perpendicularis os. ethmoidalis)* a wdole jedna z kości trzewioczaszki — lemiesz *(vomer)*.

Była wzmianka uprzednio, że ściany nowoutworzonych jam nosowych wtórnych są gładkie... Stan ten jednak zmienia się szybko!... Wprawdzie i później w dalszym ciągu ściany przyśrodkowe owych jam czyli innemi słowy przegroda nosowa *(septum nasi)* pozostaje gładka, ale zato ściany boczne stają się areną bardzo poważnych zmian, zmian polegających na pączkowaniu dośrodkowemu i na pączkowaniu odśrodkowemu (p. tom 1, str. 167). Otóż, naskutek pączkowania dośrodkowego błony śluzowej tworzą się na ścianie bocznej każdej z jam nosowych (prawej i lewej) dwa podłużne fałdy, z których jeden, położony tuż nad dnem jamy nosowej stanowi zawiązek we wnętrzu którego rozwinie się niebawem — małżowina szczękowa *(maxilloturbinale)*, drugi zaś, umieszczony wyżej przedstawia zawiązek — małżowiny nosowej *(nasoturbinale)* znanej nam już z opisu kości sitowej (rys. 174).

Pączkowanie odśrodkowe (ku obwodowi) błony śluzowej ściany bocznej jamy nosowej polega na wciskaniu się jej w obręb sąsiadujących kości (szczęka, k. czołowa, k. klinowa, k. podniebienna), na wciskaniu się, które niszczy po drodze tkankę kostną tworząc na jej miejscu szereg przestrzeni, wypełnionych powietrzem, zwanych — z a t o k a m i p r z y n o s o w e m i *(sinus paranasales)*. O jednej z owych zatok będzie niebawem wzmianka przy rozpatrywaniu budowy szczęki.

W ten sposób ściana boczna jamy nosowej przedstawia budowę nader zawiłą (rys. 174), cechą główną, której jest obecność złożonych wyniosłości oraz szeregu nieprawidłowych (w znaczeniu geometrycznym *nota bene!)* wpadlin, uchyłków i jam.

R o z w ó j r o d o w y j a m y n o s o w e j. Główne wytyczne, któremi kieruje się rozwój osobniczy jam nosowych spotykamy i w trakcie rozwoju rodowego. A więc, jeżeli za punkt wyjścia przyjmiemy stosunki zachodzące u gadów (rys. 191 a: A) to jak widać cechuje je obecność nozdrzy pierwotnych *(choanae primit.)*, szczupłość pomieszczenia jam nosowych, skąpe wyposażenie ich w małżowiny i wreszcie last not least duża odległość, oddzielająca jamę nosową od



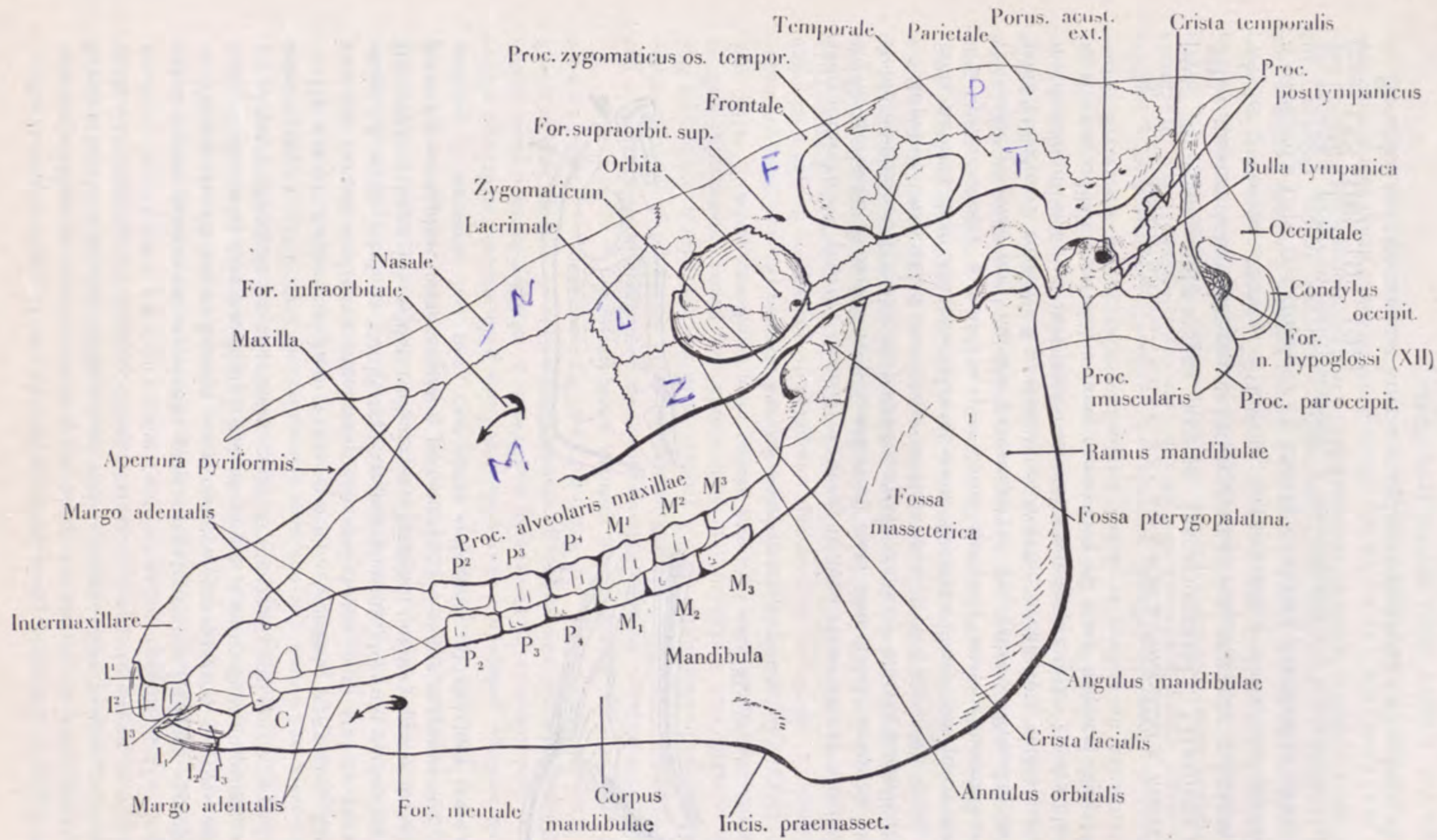
Rys. 191 a. Przekrój strzałkowy przez czaszkę gada (A) i ssaka (B). W obu rysunkach strzałka oznacza kierunek wdechowego powietrza.

jamy czaszkowej *(cavum cranii)*. Przyczynę tego stanu rzeczy stanowi zsunięcie się w kierunku płaszczyzny pośrodkowej ciała obu gałek ocznych, które są od siebie oddzielone li tylko za pośrednictwem cienkiej blaszki kostnej (S).

Zupełnie inny układ stosunków cechuje ssaki (rys. 191. a: B). Otóż, tym razem jama nosowa jest znacznie powiększona kosztem jamy ust pierwotnej *(cavum oris primordiale)* a nozdrza pierwotne ustępują miejsce nozdrzom wtórnym *(choanae secundariae)* daleko przesuniętym ku tyłowi. Ponadto powiększona jama czaszkowa rozsuwa i przemieszcza bocznie oczodoły a wciskając się między nie dociera do ściany tylnej jamy nosowej a wtedy już tylko cienka blaszka sitowa k. sitowej oddziela od siebie jamę czaszkową od jamy nosowej (rys. 191 a B).

8. S z c z ę k a albo — k o ś ć s z c z ę k o w a *(maxilla s. maxillare)* jest poza żuchwą, największą kością trzewioczaszki. Graniczy ona (rys. 192) naprzedzie z kością międzyszczękową, wgórze z kością nosową, wtyle z kością łzową, z kością jarzmową i z kością podniebienną, a niekiedy (np. u *Canidae)* i z kością czołową i wreszcie przyśrodkowo ze szczęką przeciwległej strony, z lemieszem i z małżowiną szczękową (rys. 188, 193, 194, 197).

Szczęka należy wraz z kością międzyszczękową i z żuchwą do t.zw. —



Rys. 192. Czaszka — k o n i a, widziana zboku.

Zwrócić szczególną uwagę: na obecność — g r z e b i e n i a t w a r z o w e g o *(crista facialis)* i rozległość — d o ł u ż u c h w o w e g o *(fossa messeterica)* żuchwy świadczących o silnym rozwoju mięśnia żwacza, na małe wymiary — d o ł u s k r o n i o w e g o *(fossa temporalis)*, na budowę — p i e r ś c i e n i a o c z o d o ł o w e g o *(annulus orbitalis)* oraz na obecność — k r a w ę d z i b e z z ę b n e j *(margo adentalis)* na szczęce, żuchwie i na kości międzyszczękowej.

zespołu szczękowego *(apparatus maxillaris)*, pod którą to nazwą rozumiemy jednostki kostne służące za podstawę do osadzenia zębów. Innemi słowy kości zespołu szczękowego są funkcją obecności uzębienia wzgl. czynności nagryzania i miażdżenia pokarmu. Tem należy wytłumaczyć że ssaki nie wykonywujące ruchów żucia (np. *Myrmecophagidae, Mystacoceti, Pholidota)* zawsze wykazują, mniej lub dalej sięgające, uwstecznienie zespołu żuchwowego i ściśle z nim związanego — łuku jarzmowego *(arcus zygomaticus)* (rys. 194). Owa współzależność między stanem uzębienia i stanem wykształcenia zespołu szczękowego sięga tak daleko, że w niektórych przypadkach już na podstawie rozejrzenia się w budowie szczęk można przewidzieć charakter zgryzu, który cechuje dany gatunek.

Przyjęto w szczęce rozróżniać część ośrodkową — trzon *(corpus)*, oraz szereg — wyrostków *(processus)* odeń odchodzących.

Trzon *(corpus maxillae)* ma u większości ssaków kształt nieprawidłowej bryły, wyciągniętej w kierunku sztrzałkowym. Cecha ta, będąca wynikiem silnie rozwiniętego uzębienia, powoduje znaczne wydłużenie trzewioczaszki ku przodowi, dzięki czemu część twarzowa czaszki przybiera charakterystyczną postać »pyska«(!), o źle wyosobnionym nosie od okolicy ustnej (rys. 192). W kranjologji objaw ten jest znany pod nazwą — prognatyzmu. Wraz ze zmniejszeniem się uzębienia u człowieka (rys. 137) i u Kotowatych *(Felidae)* (rys. 179, 195) szczęka uległa znacznemu skróceniu, przez co powstał odmienny kształt czaszki, czaszki kulistej. Podobnemu skróceniu uległa szczęka i u niektórych ras psów (np. buldogi), prawdopodobnie naskutek wadliwej konstytucji.

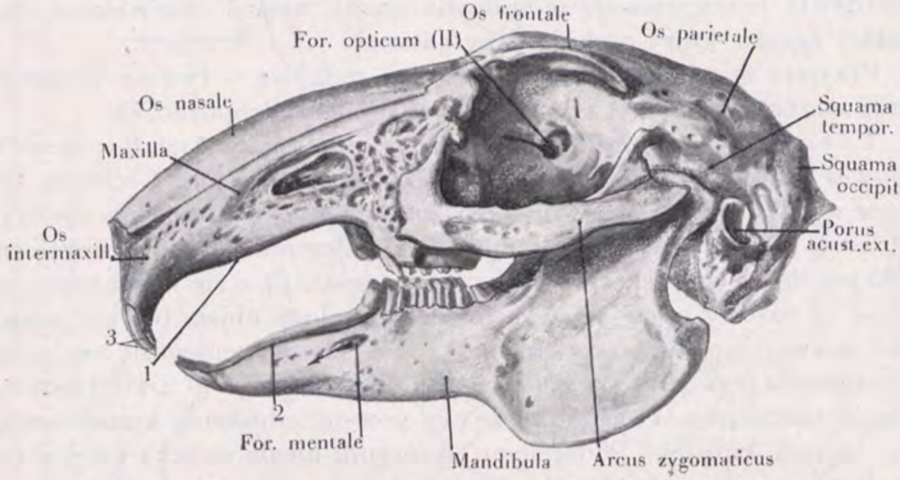
Trzonem niezwykle wydłużonym odznaczają się: *Ornithorhynchus, Zaglossus, Pholidota, Myrmecophagidae, Tubulidentata* i *Cetacea* (rys. 194), co nadaje ich trzewioczaszce postać dziobu i powoduje przesunięcie otworu gruszkowatego *(apertura pyriformis)* ku tyłowi. Z powyższego wykazu staje się jasnym ścisły związek, łączący technikę przeróbki mechanicznej pokarmu w jamie ustnej z ukształtowaniem całej szczęki.

Na trzonie rozróżniamy — powierzchnię zewnętrzną oraz, zwróconą do wnętrza jamy nosowej, — powierzchnię wewnętrzną.

Powierzchnię zewnętrzną *(facies externa)* trzonu charakteryzuje, przedewszystkiem obecność — otworu podoczodołowego *(for. infraorbitale)* (rys. 192), stanowiącego zakończenie ciągnącego się pod dnem oczodołu — przewodu podoczodołowego *(canalis infraorbitalis)*. Służy on do przeprowadzenia nerwów i naczyń tejże

samej nazwy, a u większości Gryzoni mieści on ponadto część mięśnia żwacza (rys. 199). Dzięki tej okoliczności, u ssaków tych, zarówno sam przewód jak i otwór podoczodołowy uległy niepomiernemu powiększeniu, na powierzchni zaś zewnętrznej trzonu (a niekiedy i na kości międzyszczękowej) zarysowywuje się płaskie wgłębienie, otoczone ostrą listewkowatą krawędzią, — dół żwaczowy szczęki *(fossa masseterica maxillae* R. P.) dobrze wyrażony u *Cavia cobaya* (rys. 202).

Zasługują na uwagę stosunki panujące u *Leporidae*, u których wprawdzie przewód podoczodołowy jest wąski, niczem się więc nie różni od typu powszechnie spotykanego u innych ssaków, ale nato-



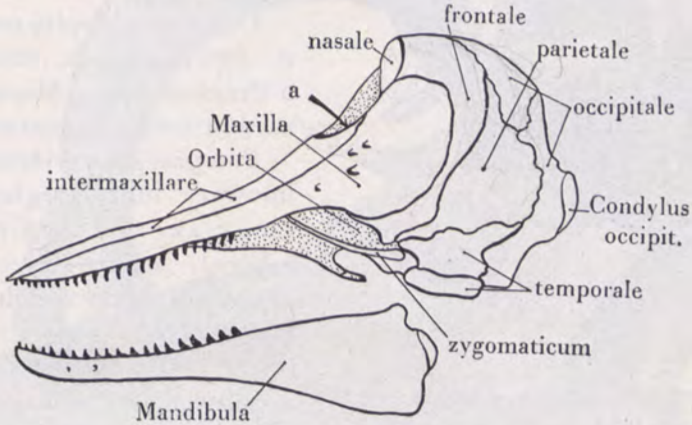
Rys. 193. Czaszka — królika *(Oryctolagus cuniculus* L.), widziana zboku. Zwraca szczególną uwagę: ustawienie siekaczy górnych (3), długość krawędzi bezzębnych (1, 2), porowata budowa szczęki, kierunek otworu słuchowego zewn. *(porus acusticus ext.)*, budowa łuku jarzmowego, stosunki oczodołu, płytkość dołu skroniowego, duże wymiary gałęzi żuchwy, kształt i długość kości nosowej i t. d.

miast cechę prawie że swoistą stanowi ukształtowanie powierzchni zewnętrznej szczęki, przedstawiającej liczne otwory, poprzedzielane cieniutkiemi beleczkami kostnemi. W ten sposób budowa szczęki przypomina utkanie koronki (rys. 193). Zresztą podobne stosunki występują u Zającowatych i w obrębie kości potylicznej i kości skroniowej.

Powracając do opisu otworu podoczodołowego należy zaznaczyć, iż położenie jego jest dość zmienne. A więc, np. u Narostkowców znajduje się on w płaszczyźnie pierwszego przedtrzonowca (P^1), u Koniowatych na wysokości drugiego (P^2), u Psowatych przed trzecim (P^3), a u człowieka jest przesunięty znacznie ku górze i ku tyłowi umieszczając się

w płaszczyźnie pierwszego trzonowca (M^1) (rys. 137). Otwór bywa niekiedy podzielony na dwa lub nawet na większą ilość otworów wtórnych. Zjawisko podziału występuje często np. u *Ovinae* i u *Primates*.

Poniżej otworu podoczodołowego i bardziej ku tyłowi widnieje u Koniowatych podłużna listewka — grzebień twarzowy *(crista facialis)*, rozpoczynający się powyżej trzeciego przedtrzonowca, skąd



Rys. 194. Czaszka — delfina *(Delphinus delphis* L.), widziana zboku. Żuchwę odsunięto nieco ku dołowi.
Zwrócić szczególną uwagę: na położenie otworu gruszkowatego (oznaczono strzałką — a), na budowę zespołu szczękowego oraz na szczątkowość łuku jarzmowego.

kieruje się ukośnie ku tyłowi i nieco ku górze i przechodzi na kość jarzmową i wreszcie na łuk jarzmowy (rys. 192). Jest on wyrazem silnego rozwoju mięśnia żwacza. U Przeżuwaczy grzebień, jako taki, nie występuje. Za odpowiednik jego należy uznać t. zw. — guz twarzowy *(tuber faciale)*, widniejący powyżej trzeciego przedtrzonowca (rys. 180).

U *Carnivora* naskutek silnie wykształconego korzenia kła, w odcinku przednim kości widnieje charakterystyczny — guz kłowy *(tuber caninum* R. P.), ciągnący się pod postacią podłużnego wzniesienia równoległego do szwu szczękomiędzyszczękowego (rys. 116).

Wyjątkowo silnie jest guz kłowy rozwinięty u *Felidae* a zwłaszcza u lodowcowatego Smilodona *(÷ Smilodon californicus* Bovard), którego cechował nadrozwój kłów górnych (rys. 195).

Podobny guz obserwujemy również i u *Suinae*. U — dzika *(Sus scrofa)* i u — *Babirussa* w związku z przerostem kła górnego ma on postać silnego wyrostka wygiętego ku górze (rys. 140 i 197).

Część tylna trzonu, a więc odcinek zwrócony w kierunku dołu

skrzydłowopodniebiennego *(fossa pterygopalatina)*, tworzy owalne nabrzemienie — guz szczękowy *(tuber maxillare)* usiany licznemi, drobnemi — otworami zębodołowemi tylnemi *(forr. alveolaria post.)*, poprzez które przenikają naczynia i gałązki nerwowe, udające się do trzonowców.

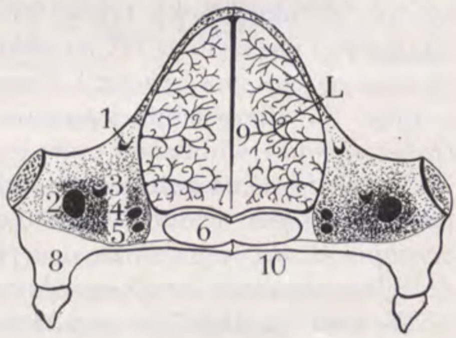


Rys. 195. ✠ *Smilodon californicus* Bovard (z Rancho La Brea) (wg. O. Abel'a).
Zwrócić szczególną uwagę na nadrozwój kłów górnych, oraz na rozległość dołu skroniowego.

Guz jest najlepiej rozwinięty u Świniowatych, słabiej już u Przeżuwaczy, u Mięsożernych zaś jest ledwo zaznaczony.

Powyżej guza widnieje szczelinowaty lub okrągławy — otwór szczękowy *(for. maxillare)*, stanowiący początek przewodu podoczodołowego o którym była mowa powyżej (rys. 196). Otwór ten jest u człowieka przesunięty znacznie ku przodowi, a mianowicie w obręb dna oczodołu.

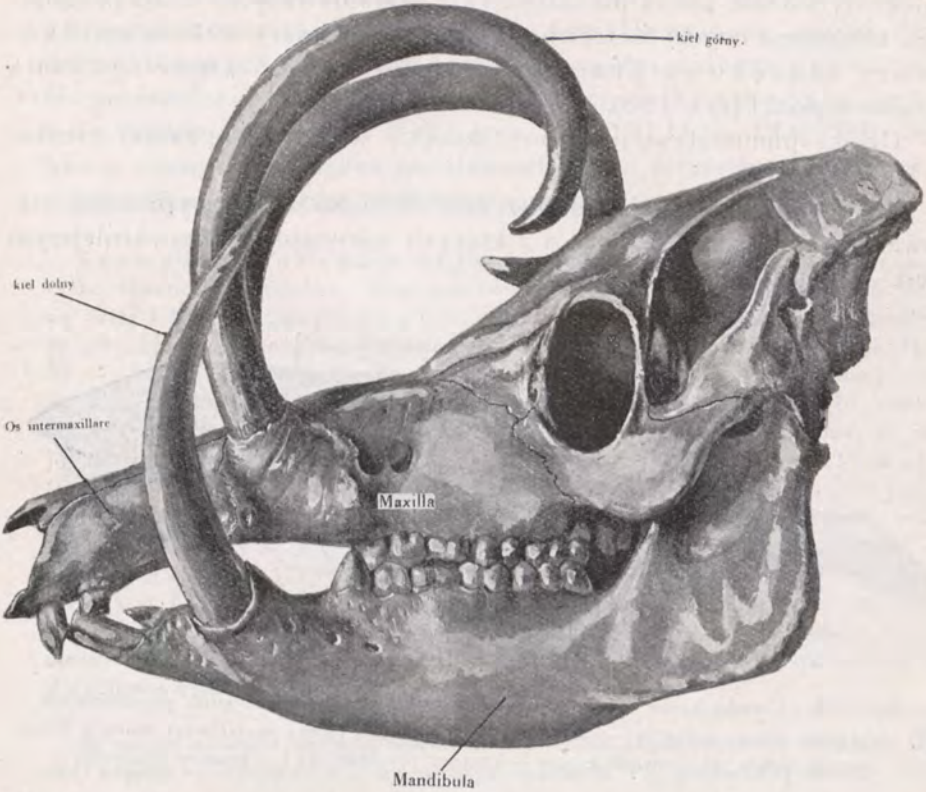
Na szczególną uwagę zasługuje stosunek trzonu szczęki do oczodołu. Otóż, u większości ssaków (Koniowate, Przeżuwacze, Mięsożerne, Świniowate) trzon nie bierze zupełnie udziału w utworzeniu pierścienia oczodołowego, jest bowiem od niego przedzielony przez kość łzową i kość jarzmową, natomiast u *Monotremata*, u wielu zpośród *Marsupialia*, u *Hyracoidea*, u *Proboscidea*, u *Primates* i *Hominidae* znaczny odcinek pierścienia i dna oczodołu jest utworzony właśnie przez szczękę.



Rys. 196. Okolica dołu skrzydłowopodniebiennego psa, widziana od tyłu (na przekroju czołowym czaszki!).
1. *for. lacrimale;* 2. *for. maxillare;* 4. *for. sphenopalatinum;* 5. *for. palatinum sup.;* 6. *ductus nasopharyngeus osseus.;* 7. *meatus nasi com.;* 8. *proc. alveolaris maxillae;* 9. *septum nasi;* L—*labirynthus.*

Powierzchnia nosowa trzonu *(facies nasalis)* wchodzi w skład ściany bocznej jamy nosowej (rys. 171). Widnieje na niej poziomo ustawiony — grzebień małżowinowy *(crista concha-*

lis), do którego przymocowywuje się — małżowina szczękowa *(maxilloturbinale)* a wtyle ukośnie ciągnący się — rowek łzowy *(sulcus lacrimalis),* jako część t.zw. — przewodu nosowołzowego *(canalis nasolacrimalis),* łączącego oczodół z jamą nosową (rys. 171 F).



Rys. 197. *Babirussa babirussa* L., należąca do podrodziny *Suinae* posiada czaszkę przypominającą do złudzenia czaszkę dzika (p. rys. 140), tym razem jednak nadrozwój kłów, a zwłaszcza kłów górnych sięga tak daleko, że często owe kły przebijają nawylot skórę okolicy nosowoczołowej. Wykładnikiem nadrozwoju kła jest obecność — guza kłowego *(tuber caninum* R. P.). Pozatem zwrócić uwagę na: budowę łuku jarzmowego, na kierunek otworu słuchowego zewn. *(porus acusticus ext.),* oraz na budowę kości łzowej.

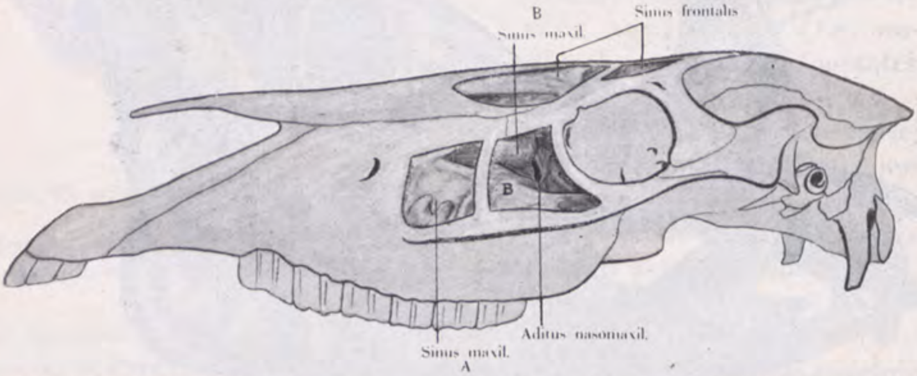
W odcinku tylnym omawianej powierzchni znajdujemy u osobników dorosłych, mniej lub bardziej, szeroki otwór — rozwór zatokowy *(hiatus nasomaxillaris),* prowadzący do drążącej trzon szczęki obszernej — zatoki szczękowej *(sinus maxillaris)* (rys. 198). Zatoka ta, na czaszce z zachowanemi częściami miękkiemi, jest wysłana błoną śluzową, pochodzącą z jamy nosowej i jest wypełniona powietrzem. Na podstawie powyższego uważać ją należy za jedną (najważ-

niejszą!) z — zatok przynosowych *(sinus paranasales)*, z których dwie t.j. zatoka klinowa i zatoka czołowa były już powyżej w krótkości omówione.

Najczęściej zatoka szczękowa stanowi jednolitą, niepodzielną jamę, niekiedy jednak, jak to ma miejsce np. u Koniowatych, dzieli ją czołowo ustawiona cienka blaszka kostna na dwie komory wtórne na: — komorę szczękową przednią *(camera ant.)* i — komorę tylną *(camera post.)* (rys. 198).

Dzięki pneumatyzacji trzonu szczęki, ściany jej są raczej cienkie i kruche.

Jak wspomniałem od trzonu szczęki odchodzi szereg wyniosłości, nazwanych — wyrostkami, a z których niewątpliwe najważniejszym jest — wyrostek zębodołowy.



Rys. 198. Czaszka konia którą strepanowano celem uwidocznienia zatok przynosowych. Na szczególną uwagę zasługuje — zatoka szczękowa *(sinus maxillaris)* która u Koniowatych składa się z dwóch komór — komory przedniej (A) i — komory tylnej (B).

Wyrostek zębodołowy *(proc. alveolaris)* ma kształt podkowiastej, dość grubej, listewki kostnej, przedłużającej w kierunku dolnym trzon szczęki (rys. 131). Obecność wyrostka pozostaje w ścisłym związku ze stanem uzębienia i zanika wraz z jego utratą.

W wyrostku są osadzone przedtrzonowce *(praemolares)* i trzonowce *(molares)* w głębokich jamkach, zwanych — zębodołami *(alveoli)*, a których liczba odpowiada ilości korzeni zębowych. Ściany każdego z zębodołów są usiane licznemi drobnemi otworkami, poprzez które udają się gałązki nerwowe i naczynia do ozębnej i do miazgi zębowej. Poszczególne zębodoły są od siebie oddzielone poprzecznemi, blaszkami kostnemi — przegrodami międzyzębodołowemi *(septa interalveolaria)*. Naskutek zwartego ustawienia zębów są one cienkie u Roślinożernych, u Mięsożernych zaś, posiadających zęby bardziej luźno usta-

wione, przegrody są grube. Sposób odżywiania się i w innym jeszcze kierunku wyciska swe piętno na budowie wyrostka! Istotnie, podczas gdy u istot mięsożernych i wszystkożernych zęby są, mniej więcej, równomiernie rozmieszczone wzdłuż całego wyrostka, u ssaków roślinożernych (np. Koniowate, Przeżuwacze, Gryzonie) zarówno trzonowce jak i przedtrzonowce sąześrodkowane w odcinku tylnym szczęki, dzięki czemu, tuż przed pierwszym przedtrzonowcem widnieje głębokie wcięcie pozbawione zębów, a które nazwiemy — krawędzią bezzębną *(margo adentalis*[1]) R. P.) (rys. 129, 131, 135, 144, 200). Ściśle biorąc krawędź bezzębna nie stanowi części wyrostka zębodołowego a jest jedynie wyrazem niedorozwoju jego.

Krawędź dolna *(margo inf.)* wyrostka zębodołowego cechuje jednak nietylko obecność zębodołów. Ważnym również jest jej kształt, któremu należy się tutaj kilka słów wyjaśnień. Otóż, obserwując szczękę zboku łatwo stwierdzić, że owa krawędź może się kształtować pod trzema zasadniczemi typami (R. P.). W — typie poziomym (rys. 137) krawędź dolna, jak już z samej nazwy wynika, posiada przebieg poziomy, w — typie esowatym (rys. 113, 139) odcinek tylny krawędzi dolnej jest w tym samym stopniu opuszczony, w jakim jej odcinek przedni jest uniesiony i wreszcie w — typie saneczkowatym (rys. 161, 162) krawędź dolna zatacza, mniej lub bardziej, łagodny łuk wypukłością skierowany ku dołowi, a którego wierzchołek znajduje się w pobliżu czwartego przedtrzonowca (P^4). Typ poziomy krawędzi cechuje, między innemi, *Hominidae* i *Primates*, typ esowaty występuje głównie u *Carnivora* a typ saneczkowaty u *Ungulata*. Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że musi istnieć współzależność między ukształtowaniem krawędzi dolnej i budową zębów z jednej strony a mechanizmem rozcierania pokarmu z drugiej, sprawa ta jednak leży dotychczas całkowicie odłogiem.

W miejscu spotkania wyrostka zębodołowego z kością międzyszczękową widnieje, zazwyczaj, niepełny — zębodół kłowy *(alveolus caninus* R. P.), przeznaczony dla kła.

Co się tyczy powierzchni zewnętrznej wyrostka, to jest oną bądź zupełnie gładka (np. Koniowate, Przeżuwacze), lub też jest pokryta wyniosłościami, spowodowanemi korzeniami zębowemi, t. zw. — łękami zębowemi *(juga alveolaria)*.

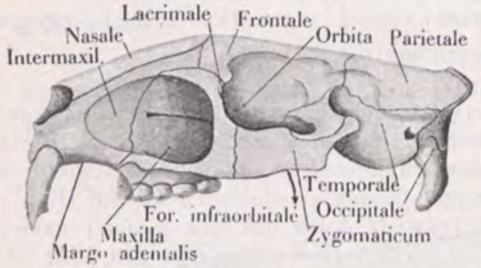
Wyrostek jarzmowy *(proc. zygomaticus)* ma kształt szerokiego pieńka odchodzącego od części tylnej trzonu, a służącego do połączenia z kością jarzmową (rys. 137, 140, 192). U Koniowatych i u Przeżuwaczy wyrostek ten jest bardzo słabo zaznaczony.

W związku z wyrostkiem jarzmowym wypada wspomnieć o t. zw. —

---

[1]) Istota t. j. przyczyna powstania, tak charakterystycznej dla Kopytnych i Gryzoni, krawędzi bezzębnej nie jest dotychczas wyjaśniona... Niewątpliwie że jest ona w ścisłym związku z rodzajem uzębienia, współzależność tę jednak nie można chwilowo ująć w sposób prosty.

filarze szczękowym *(columna maxillaris* R. P.). Otóż, pod nazwą tą rozumiem część tylną trzonu, a więc okolicę wyrostka jarzmowego, a która wykazuje wyraźny związek z jednej strony z zębami trzonowemi a z drugiej z łukiem jarzmowym. Innemi słowy filarem szczękowym jest słup kostny przenoszący ciśnienie z trzonowców na łuk jarzmowy. Zarysowywuje się on bardzo wyraźnie u Mięsożernych, natomiast u Roślinożernych sprawa przedstawia się nieco odmiennie. A więc, ponieważ u ssaków tych pokarm jest rozcierany nietylko trzonowcami lecz również rozrośniętemi przedtrzonowcami, filar szczękowy obejmuje grzebień twarzowy (wzgl. okolica guza twarzowego) a ponadto łuk jarzmowy oraz płytkę kostną, umieszczoną pod krawędzią oczodołową szczęki.



Rys. 199. Czaszka — nutrji *(Myocastor coypus)*, widziana zboku (p. tom I, str. 24). Zwrócić uwagę na gryzoniowatą budowę układu szczękowego (por. z rys. 193!), na wielkość — otworu podoczodołowego oraz na budowę — łuku jarzmowego (silny żwacz, służący do nagryzania pokarmu b. twardego).

Wyrostek czołowy *(proc. frontalis)* występuje u Gryzoni, u Mięsożernych i u Naczelnych, u których ma miejsce bezpośrednie połączenie między szczęką i kością czołową (rys. 188, 193).

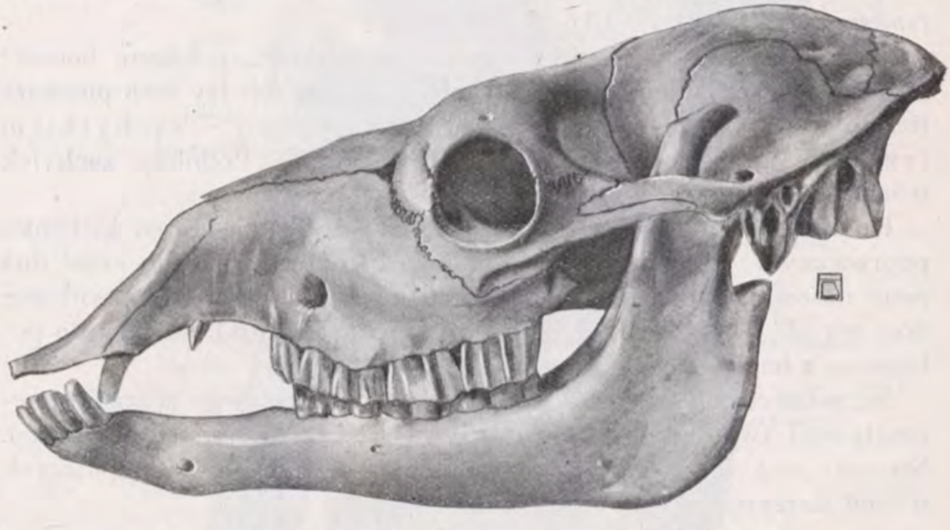
Ma on zazwyczaj postać szerokiej lecz płaskiej blaszki ciągnącej się ku górze i ku tyłowi na spotkanie z kością czołową. Dośrodkowo wyrostek czołowy sąsiaduje z kością nosową (rys. 116). Powierzchnia wewnętrzna wyrostka bierze udział w budowie ściany bocznej jamy nosowej.

Wyrostek podniebienny *(proc. palatinus)* ma postać szerokiej poziomej blaszki ciągnącej się dośrodkowo na spotkanie podobnej blaszki strony przeciwległej, z którą się łączy za pośrednictwem — szwu podniebiennego pośrodkowego *(sutura palatina media)*. W ten sposób powstaje znaczna część — podniebienia twardego *(palatum durum)*, oddzielającego jamę ustną od jamy nosowej (rys. 131).

O znaczeniu morfologicznem i czynnościowem wyrostka podniebiennego była wzmianka przy omawianiu rozwoju twarzy. Niezawadzi przypomnieć tutaj, że obecność owego wyrostka jest jedną z najważniejszych cech budowy czaszki ssaków, sprzyjając bowiem powstaniu ciśnienia ujemnego w jamie ustnej umożliwia tem wykonywanie aktu ssania.

Wyrostek podniebienny szczęki graniczy naprzedzie z kością międzyszczękową (rys. 131), a wtyle z kością podniebienną.

U większości ssaków zarówno naprzedzie, jak i wtyle wyrostek podniebienny wykazuje głębokie wcięcie, przyczem — wcięcie przednie *(incisura ant.)* ogranicza wraz z podobnem wcięciem kości międzyszczękowej — szczelinę podniebienną *(fissura palatina)*, we — wcięcie zaś tylne *(incisura post.)* wtłacza się krawędź przednia blaszki poziomej kości podniebiennej (rys. 185).



Rys. 200. Czaszka — wielbłąda *(Camelus dromedarius* L.), widziana zboku. Ogólny pokrój czaszki wielbłąda przypomina do pewnego stopnia czaszkę owcy (rys. 162). Zwraca szczególną uwagę: profil okolicy czołowonosowej, niskie osadzenie oczodołów, obecność wąskiej szczeliny łzowej, płytkość dołu skroniowego i wreszcie obecność — wyrostka krawędziowego *(proc. marginalis.* R. P.), umieszczonego na krawędzi tylnej gałęzi żuchwy. Porównać z budową czaszki krowy, łosia, daniela i żyrafy.
(Ze zbiorów Państwowego Muzeum Zoologicznego).

Szczelina podniebienna prowadzi, na czaszce pozbawionej części miękkich, z jamy ustnej do jamy nosowej i jest wyjątkowo silnie wyrażona u Gryzoni, ma kształt wydłużonej szpary u Koniowatych i u Przeżuwaczy, a u Mięsożernych owalnego otworu. U Naczelnych szczelina podniebienna nie występuje. Znaczenie czynnościowe szczeliny nie jest dotychczas całkowicie wyjaśnione, pod względem morfologicznym jednak, oznacza ona zbyt wczesne zatrzymanie się sprawy kształtowania się podniebienia wtórnego (p. niżej).

W wyrostku podniebiennym rozróżniamy — powierzchnię dolną oraz — powierzchnię górną.

P o w i e r z c h n i a d o l n a *(facies inf.)*, stanowiąca część sklepienia jamy ustnej, jest płaska lub rynienkowato wgłębiona i posiada w swym odcinku tylnym, w bezpośredniem sąsiedztwie szwu łączącego wyrostek z blaszką poziomą kości podniebiennej (lub nawet w samym szwie), — o t w ó r p o d n i e b i e n n y w i ę k s z y *(for. palatinum maj.)* (rys. 185), którym kończy się — p r z e w ó d p o d n i e b i e n n y *(canalis palatinus)*, odchodzący z dołu skrzydłowopodniebiennego *(fossa pterygopatina)*. Od otworu ciągnie się po powierzchni podniebienia ku przodowi, lepiej lub słabiej wyrażony, — r o w e k p o d n i e b i e n n y *(sulcus palatinus)* (rys. 131, 225, 226).

U Mięsożernych, część wyrostka podniebiennego, położona bocznie od otworu podniebiennego większego, wciska się między dwa pierwsze trzonowce, tworząc trójkątnawę niszą, którą nazwiemy — z a c h y ł k i e m t r z o n o w y m *(recessus molaris* R. P.) (rys. 225). Podobny zachyłek u innych ssaków nie występuje.

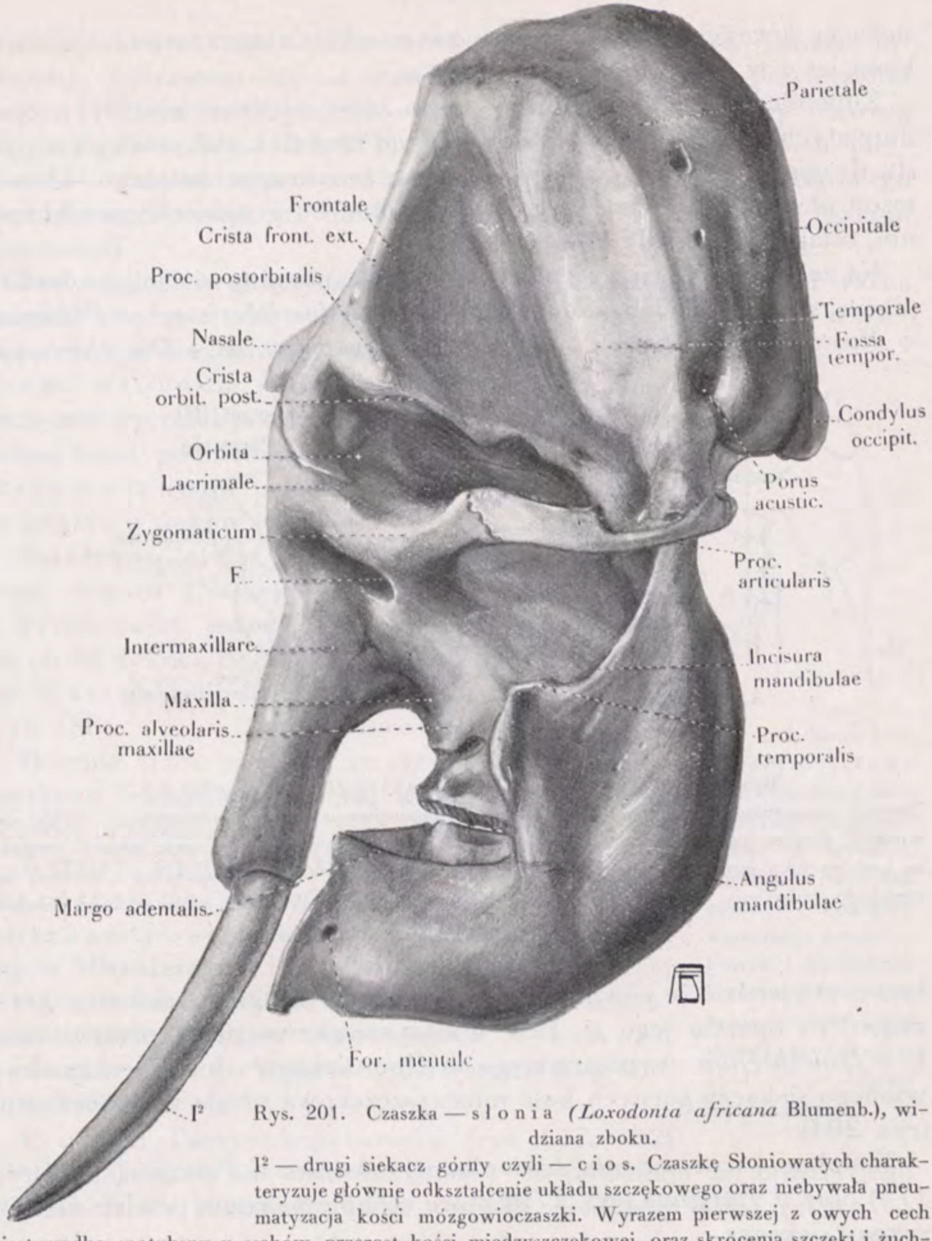
P o w i e r z c h n i a g ó r n a *(facies sup.)* wyrostka jest w kierunku poprzecznym rynienkowato wgłębiona i stanowi znaczną część dna jamy nosowej. W miejscu połączenia wyrostków obu stron widnieje dość wysoki — g r z e b i e ń n o s o w y *(crista nasalis)*, służący do połączenia z lemieszem.

Na zakończenie dodam, że u *Bovinae* wyrostek ulega znacznej pneumatyzacji tworząc — z a t o k ę p o d n i e b i e n n ą *(sinus palatinus)*. Stanowi ona jedną z licznych zatok przynosowych występujących u tych Parzystokopytowców.

9. K o ś ć m i ę d z y s z c z ę k o w a albo — k o ś ć s i e k a c z o w a *(intermaxillare* syn.: *praemaxillare, incisivum)* tworzy odcinek przedni podniebienia twardego a ponadto stanowi oparcie dla umieszczonych na niej siekaczy górnych. W kości międzyszczękowej rozróżniamy — t r z o n oraz kilka — w y r o s t k ó w odeń odchodzących (rys. 203).

T r z o n *(corpus)* posiada kształt pałąkowato zgiętej, grubej blaszki, kończącej się wdole — k r a w ę d z i ą z ę b o d o ł o w ą *(limbus alveolaris)*, opatrzoną pewną ilością (1-3) — z ę b o d o ł ó w *(alveoli)*, przeznaczonych do pomieszczenia korzeni siekaczy. U Przeżuwaczy, pozbawionych jak wiadomo siekaczy górnych, rzecz jasna, i zębodoły nie występują (rys. 185), natomiast u *Duplicidentata* wtyle od zębodołów zwykłych widnieją mniejsze zębodoły dodatkowe (rys. 193).

Kość międzyszczękowa, jako całość, jest niewątpliwie »funkcją« umieszczonych w niej siekaczy górnych a poniekąd i kła górnego. Nie jest jednak rzeczą wykluczoną że i inne czynniki mogą działać morfogenetycznie czego dowodem są chociażby Narostkowce u których brak



Rys. 201. Czaszka — s ł o n i a *(Loxodonta africana* Blumenb.), widziana zboku.

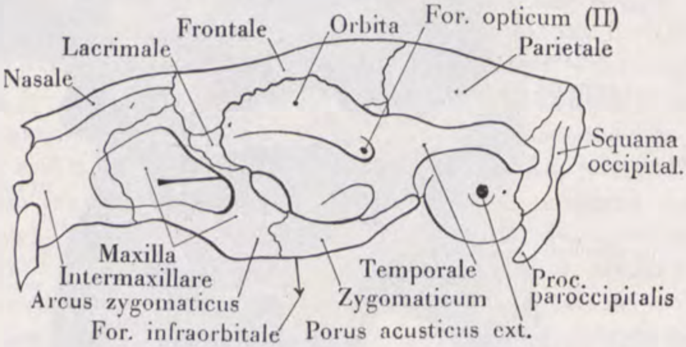
I² — drugi siekacz górny czyli — c i o s. Czaszkę Słoniowatych charakteryzuje głównie odkształcenie układu szczękowego oraz niebywała pneumatyzacja kości mózgowioczaszki. Wyrazem pierwszej z owych cech jest rzadko spotykany u ssaków przerost kości międzyszczękowej oraz skrócenia szczęki i żuchwy. Wykładnikiem pneumatyzacji okolicy czołowociemieniowej czaszki jest jej wysklepienie, nadające całej czaszce postać wieżowatą. Z pozostałych cech ważnych należy wymienić: swoistą budowę dołu żuchwowego (p. str. 271), dogrzbietowe przesunięcia otworu gruszkowatego (naskutek obecności nosowia — *rhinarium!)* i wreszcie zmniejszenie wymiarów kości nosowych. Biorąc wszystko powyższe pod uwagę należy stwierdzić że czaszka Słoniowatych wykazuje budowę w wysokim stopniu atypową.

(Ze zbiorów Państwowego Muzeum Zoologicznego).

siekaczy górnych nie zapobiega licznym odchyleniom zarówno w wielkości jak i w kształcie omawianej kości.

Zupełnie swoiście kształtuje się trzon kości międzyszczękowej u Słoniowatych (rys. 201, 204). U ssaków tych naskutek niebywałego rozrostu drugiego siekacza górnego — c i o s u (niesłusznie zwanego »kłem«) trzon uległ bardzo znacznemu wydłużeniu ku przodowi i powiększeniu, osiągając niekiedy kość czołową.

Na załączonej serji rysunków (rys. 204), przedstawiających czaszki pięciu przedstawicieli Słoniowatych *(+ Moeritherium, + Phiomia, + Mastodon angustidens, + Mammonteus primigenius, + Dinotherium)*,



Rys. 202. Czaszka — ś w i n k i m o r s k i e j *(Cavia porcellus* L.).
Zwrócić szczególną uwagę na obecność — dołu żwaczowego *(fossa masseterica)* szczęki na wielkość otworu podoczodołowego, wypełnionego u ssaka żywego przez część mięśnia żwacza, na budowę łuku jarzmowego, na wielkość puszki bębenkowej *(bulla tympanica)* i wreszcie na szerokość połączenia między oczodołem i dołem skroniowym która to cecha stanowi niewątpliwie cechę pierwotną.

łatwo stwierdzić że równolegle ze wzrostem drugiego siekacza górnego (I^2) i oparcie jego tj. kość międzyszczękowa ulega przerostowi. U + *Dinotherium* wyposarzonego w silne siekacze dolne lecz pozbawionego siekaczy górnych kość międzyszczękowa uległa uwstecznieniu (rys. 204).

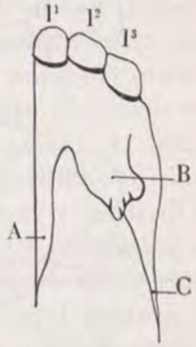
Podobne uwstecznienie stwierdzamy również u *Felidae* (rys. 106, 174) oraz u *Lutrinae* (rys. 179) które cechuje pozatem pewien niedorozwój siekaczy.

Bardzo zbliżoną postać przyjmuje trzon i u Gryzoni *(Lepus, Cavia)*, u których dzięki silnemu przerostowi kości międzyszczękowej szczęka jest wybitnie skrócona (rys. 202).

W miejscu połączenia trzonów obu stron widnieje na powierzchni podniebiennej kości — o t w ó r s i e k a c z o w y *(for. incisivum)*, pro-

wadzący do krótkiego — przewodu siekaczowego *(canalis incisivus)*, kończącego się na dnie jamy nosowej wzgl. na powierzchni przedniej kości międzyszczękowych tuż u wejścia do jamy nosowej (np. u *Equidae)* (rys. 131, 178). Powstał on z połączenia dwóch, pierwotnie niezależnych, przewodów i służy do pomieszczenia szczątkowego narządu węchowego, przydzielonego specjalnie do jamy ustnej (narząd Jacobsona).

Pod względem genetycznym przewód siekaczowy stanowi ważną granicę między t. zw. — podniebieniem pierwotnem, występującem i u innych kręgowców i — podniebieniem wtórnem *(palatum secundarium)*, obejmującem wyrostek podniebienny szczęki i blaszkę poziomą kości podniebiennej, leżącem wtyle od wspomnianego przewodu a które występuje jedynie u ssaków (rys. 191, 191 a).



Rys. 203. Lewa kość międzyszczękowa psa, widziana od dołu. A. wyrostek przyśrodkowy; B. wyrostek boczny; C. wyrostek nosowy. Pomiędzy wyrostkiem przyśrodkowym i wyrostkiem bocznym widnieje głębokie — wcięcie międzyszczękowe. I¹, I², I³ — siekacze górne.

Zasadniczo otwór siekaczowy ma kształt drobnego otworu (Naczelne, Koniowate, Mięsożerne) u Przeżuwaczy jednak i u Świniowatych wyciąga się on ku tyłowi, tworząc mniej lub bardziej szeroką — szczelinę siekaczową *(fissura incisiva)* (rys. 185).

Bocznie trzon łączy się ze szczęką, a w miejscu spotkania widnieje, zazwyczaj wspólnie utworzony, zębodół przeznaczony dla kła *(alveolus caninus)*.

Z trzech wyrostków kości międzyszczękowej — wyrostek nosowy *(proc. nasalis)* zmierza ku górze i ku tyłowi, łącząc się ze szczęką, a niekiedy (np. u Mięsożernych i u Jeleniowatych) i z kością nosową, tworząc część krawędzi kostnej ograniczającej wejście do jamy nosowej t. zw. — otworu gruszkowatego *(apertura pyriformis)* (rys. 156, 174, 179).

U innych Parzystokopytowców (rys. 157, 162) wyrostek nosowy jest niedorozwinięty co powoduje że, między jego wierzchołkiem i końcem kości nosowej, widnieje dość szeroka — szczelina twarzowa *(fissura facialis)*, wdzierająca się między krawędzie szczęki i kości nosowej. Szczelina ta, podobnie zresztą jak i większość innych rozworów czaszkowych, jest u ssaka żywego wypełniona przez tkankę chrząstkową wzgl. przez tkankę łączną włóknistą.

Jeszcze bardziej urozmaiconemi są stosunki wyrostka nosowego u Gryzoni, u których osiąga on kością czołową. I tak u świnki morskiej *(Cavia cobaya* Margr.) ma on postać wąskiej li-

stewki, u królika *(Oryctolagus cuniculus)* zaś ostrego kolca wciskającego się między szczękę i kość nosową (rys. 193).

Dość zbliżone stosunki stwierdzamy i u Koniowatych z tem jednak że podczas gdy u *Equus caballus* wyrostek nosowy jest raczej wąski a krawędź jego ta którą się sprzęga ze szczęką jest równa, u *Hippotigris* Q u a g g a C h a p m a n i wyrostek nosowy jest znacznie szerszy a krawędź doszczękowa wykazuje zazębienia (rys. 147, 192).

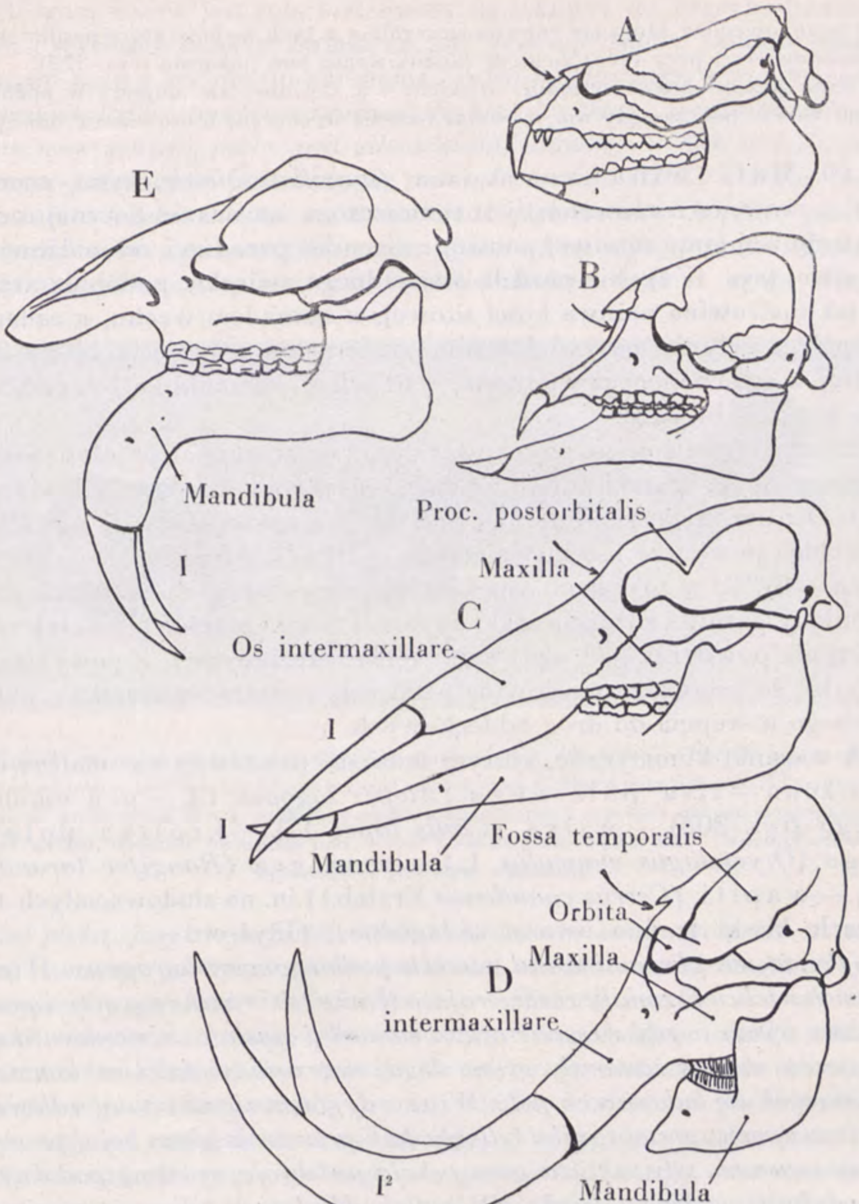
U Naczelnych i u *Hominidae* wyrostek nosowy kości międzyszczękowej znajduje się w stanie zupełnego zamku (rys. 188).

Dwa pozostałe wyrostki — w y r o s t e k p r z y ś r o d k o w y *(proc. medialis)* i — w y r o s t e k b o c z n y *(proc. lateralis)* ciągną się poziomo ku tyłowi, przedzielone głębokiem — w c i ę c i e m m i ę d z y s z c z ę k o w e m *(incisura intermaxillaris)* (rys. 178, 185). Ono to właśnie, owe wcięcie, do spółki z wcięciem przedniem wyrostka podniebiennego szczęki, bierze udział w ograniczeniu podłużnej — s z c z e l i n y p o d n i e b i e n n e j *(fissura palatina)*, o której była wzmianka powyżej. Obydwa wyrostki różnią się między sobą nietylko położeniem, ale i kształtem. Istotnie, podczas gdy np. u *Canidae* wyrostek przyśrodkowy jest długi i cienki, wyrostek boczny jest zawsze znacznie krótszy i grubszy (rys. 203). U Przeżuwaczy i u Świniowatych wyrostki przyśrodkowe obu stron oddziela, przewężająca się ku tyłowi, — s z c z e l i n a s i e k a c z o w a *(fissura incisiva)* (rys. 185).

Kość międzyszczękowa człowieka jest znacznie krótsza, aniżeli u innych ssaków, a ponadto zrasta się wcześnie ze szczęką. Stoi to oczywiście w związku z ogólnym niedorozwojem i skróceniem układu szczękowego w rodzie ludzkim (rys. 137, 188, 243).

Znaczenie kości międzyszczękowej w budowie przedniego odcinka podniebienia twardego jest równie wielkie jak w ograniczeniu otworu gruszkowatego, stanowiącego wpust do jamy nosowej na czaszce pozbawionej części miękkich. W samej rzeczy, łatwo stwierdzić że omawiane kości są znacznie bardziej wysunięte ku przodowi u *Bovinae* aniżeli u *Equidae*, a jeszcze silniej u niektórych przedstawicieli zpośród *Cervicornia* (np. u *Alces alces* L. rys. 214). W ten sposób powstaje u wejścia do jamy nosowej rozległa — w n ę k a n o s o w a *(hilus nasalis* R. P.) wyjątkowo głęboko wyrażona np. u — ł o s i a. Oczywiście że na stosunki i postać wnęki nosowej wpływa w dużej mierze i ukształtowanie kości nosowych.

K o ś ć p r z e g r o d o w a *(os rostri s. os. nasi)* występuje jedynie u *Suinae, Tapiridae, Talpidae* i u *Chiroptera* i stanowi miejscowe skostnienie przedniego odcinka — c h r z ą s t k o w e j p r z e g r o d y n o s o w e j *(septum nasi cartilagineum)*. Ma ona postać nieprawidłowej bryłki, umieszczonej tuż nad kośćmi mię-



Rys. 204. Czaszki przedstawicieli Słoniowatych (p. tom I, str. 48).

A. ✝ *Moeritherium;* B. ✝ *Phiomia;* C. ✝ *Mastodon angustidens;* D. ✝ *Mammonteus primigenius;* E. ✝ *Dinotherium* (wg. A n d r e w s'a).

Zasługuje na szczególną uwagę: uwstecznienie uzębienia i przerost siekaczy — c i o s ó w (I, I²), przemieszczenie otworu gruszkowatego (oznaczonego strzałką), przerost kości międzyszczękowej i części spojeniowej żuchwy, stosunek oczodołu do dołu skroniowego, zwiększenie wymiaru pionowego czaszki (por. D z A!).

dzyszczękowemi, a która się rozwija szczególnie u tych ssaków które posiłkują się nosoustowiem[1]) przy ryciu ziemi w poszukiwaniu tam pokarmu (rys. 222).

Kość przegrodowa występuje niekiedy i u *Bovinae*, ale dopiero w późniejszym wieku, podczas gdy np. u *Suinae* rozwija się ona już u osobników młodych.

10. Małżowina szczękowa *(maxilloturbinale*, syn.: *concha inf. s. ventr; os turbinatum)* jest umieszczona na ścianie bocznej części oddechowej jamy nosowej poniżej i nieco ku przodowi od małżowiny nosowej (rys. 174). Nie posiada ona żadnego związku, podobnie zresztą jak małżowina nosowa kości sitowej, z narządem węchu, a zadanie jej polega jedynie na zwiększeniu powierzchni zetknięcia błony śluzowej z wdechanem powietrzem, a to celem ogrzania go i oczyszczenia z zawiesin pyłu.

Znaczenie małżowiny szczękowej stanie się zrozumialsze jeżeli uświadomimy sobie, iż ssaki żyjące na dalekiej północy (wybrzeża Lodowatego Oceanu, Syberja, Antarktyda, wybrzeża zatoki Hudsona Am. Płn.) wdechają powietrze osiągające często — 40^0 C i że muszą je ogrzać do temp. $+ 37^0$ C, a to celem zapobieżenia niepożądanemu zahamowaniu wymiany gazów i rozdęciu mało odpornej tkanki płucnej (naskutek rozszerzenia powietrza pod wpływem ciepła ustrojowego!). Z powyższego wynika, że omawiana małżowina pełni rolę rodzaju »grzejnika« wstawionego u wejścia do dróg oddechowych.

A warunki klimatyczne, którym musi się przeciwstawić małżowina szczękowa — lisa polarnego *(Alopex lagopus* L.), — psa eskimoskiego (rys. 205), — wilka *(Canis lupus* L.), — królika polarnego (*Oryctolagus cuniculus* L.), — renifera *(Rangifer tarandus* L.), — wapiti *(Cervus canadensis* Erxleb.) i in. na zlodowaciałych terenach Alaski trudno uważać za łagodne... Gdyż oto

»Ponad ich głowami szalał wściekle podbiegunowy huragan... W porywach wichru brzmiały rozdzierające łkania, dziwaczne zgrzyty i przeraźliwe wycia a gdy wreszcie orkan zamarł i nastała niesamowita cisza, czuło się jak zamarzły grunt drga, wstrząsany dalekim łomotem kruszących się lodowatych pól... Wraz z dygotem ziemi płynął zdławiony lecz uparty grzmot, niby odległy huk gromów z placu boju, przerywany czasami, gdy szklista góra pękała na dwoje, rykiem, podobnym do odgłosu ciężkiego działa. W zatoce Hudsona biljony tonn lodu rwały się naprzód, krusząc i miażdżąc wszystko po drodze, niby dzikie zastępy Hunnów«[2]).

---

[1]) Pod nazwą — nosoustowia nazywam płytkę nosowowargową ssaków o niewyosobnionym nosie zewnętrznym. W mowie potocznej nosoustowie cieszy się nazwą, która zdobyła sobie prawo obywatelstwa jedynie w piśmiennictwie łowieckiem...

[2]) J. O. Curwood: »The Rivev's End«.

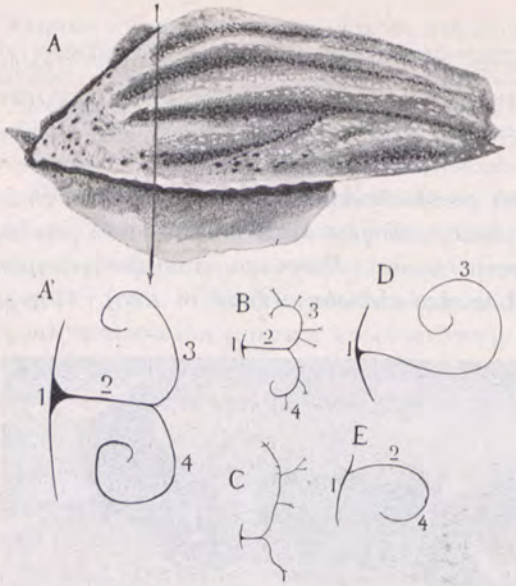
Równie ważną jest rola małżowiny szczękowej na ergach, hammadach i serrirach Sahary zwłaszcza gdy powieje suchy samum niosąc tumany pyłu i żar nie do zniesienia... »*Bo w Hoggarze upał graniczy z zimnem lodowatem, a rozpalone do białości skały, zmrożone tchnieniem nocy pękają, jakby pod uderzeniami młotów*«. »*Otóż w lecie termometr położony w południe, na piasku wskazuje 70° C, a tegoż dnia wieczorem trzeba zawijać się w koce, tak jest zimno*«. *Ale oto powiał samum i wiry z piasku chcą mnie znieść. Przysypują mnie całunem rudym, sypkim, oślepiają oczy, ciskają drobny żwir w usta. Wargi*



Rys. 205. Śnieżnym szlakiem Antarktydy o głodzie i przy 40° mrozu... Naczele kroczy przewodnik »Oscar«, któremu zawdzięcza ocalenie cała wyprawa E. Sharckleton'a (fot. E. Mills-Joyce'a). Możność przebywania w tak ciężkich warunkach klimatycznych zapewnia ssakom: natężona przemiana materji, obecność uwłosienia oraz — małżowiny szczękowej *(maxilloturbinale)* ogrzewającej powietrze wdechowe!

mnie pieką, język wyschnięty tęskni do owoców soczystych.. A tu nic, jeno tumany płowe i czarne kamienie, sterczące gdzieniegdzie, jak posępne drogowskazy«. »*Świat ginie w obłokach piasku. Już na dwa kroki widać tylko tumany płowe, wirujące w obłędnym oberku. Oddychać trudno. Patrzeć nie sposób. Świat zwarjował, a może w niebie aniołowie jeneralne porządki czynią, wielkie zamiatanie obłoków. Ciskają tedy na nas fale śmierci kurzu*«[1]). W tym przypadku małżowina szczękowa zapobiega przegrzanie się ustroju oraz oczyszcza powietrze i nasyca je odpowiednią ilością pary wodnej. Wydaje mi się bardzo prawdopodobnem że prawo obyczajowe nakazujące Tuaregom, mieszkańcom pustynnego Hoggaru, zakrywanie sobie twarzy »lithamem« i »nikubem« ma na celu zapobieganie nadmiernemu wyparo-

[1]) L. Ciechanowiecka: »W sercu Sahary«.

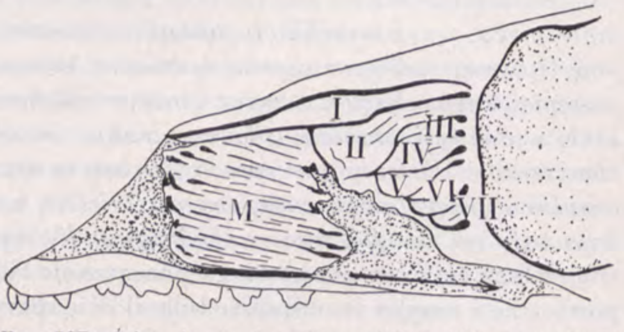


Rys. 206. Wyosobniona lewa małżowina szczękowa *(maxilloturbinale)* krowy, widziana od strony jamy nosowej. A' — przekrój poprzeczny małżowiny krowy. Przekroje małżowin: psa (B), królika (C), konia (D) i człowieka (E).
1—blaszka zasłaniająca; 2—blaszka podstawna; 3—blaszka górna; 4 — blaszka dolna.

wywaniu powierzchni małżowin szczękowych. Nie jest rzeczą niemożliwą że ponadto małżowina szczękowa jest narządem »klimatycznym«, w tem znaczeniu mianowicie, że ułatwia odnalezienie rzek, miejsc suchych i wilgotnych oraz że pełni rolę pewnego rodzaju »barometru«, umożliwiającego przewidywanie zmian atmosferycznych. Przypuszczenia te jednak wymagają potwierdzenia.

Małżowinę możemy sobie wyobrazić pod postacią cieniutkiej blaszki kostnej, jedną krawędzią przytwierdzającej się do grzebienia małżowinowego dolnego szczęki *(crista maxillaris inf.)*, krawędzią zaś—wolną *(margo liber)* wsuwającej się do wnętrza jamy nosowej.

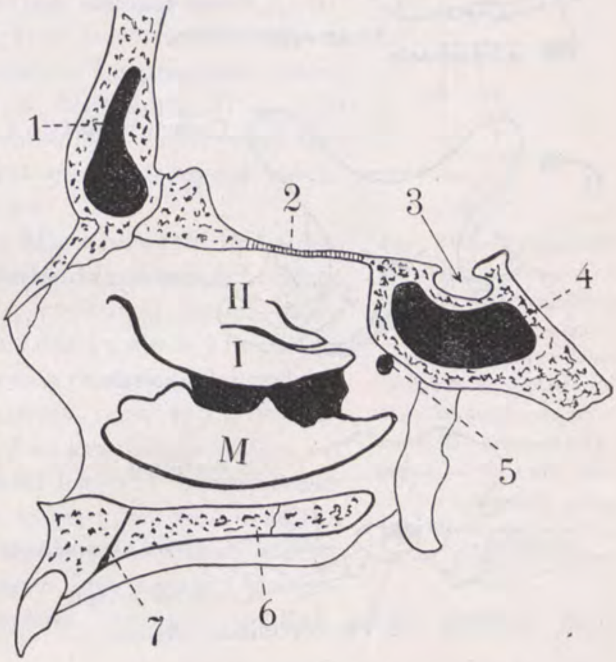
W małżowinie rozróżniamy pionowo ustawioną, wąską—blaszkę zasłaniającą *(lamina obturatoria* R. P.), oraz odchodzącą od niej poziomo — blaszkę podstawną *(lamina basalis* R.P.). Blaszka zasłaniająca przytwierdza się do grzebienia małżowinowego dolnego szczęki oraz do krawędzi otaczających wejście do zatoki szczękowej *(aditus nasomaxillaris)*, przyczyniając się w ten sposób do przewężenia owego otworu. Co się tyczy blasz-



Rys. 207. Ściana boczna jamy nosowej foki *(Phoca vitullina)* (wg. M. Weber'a). Zwraca szczególną uwagę rozrost — małżowiny szczękowej (M) w związku z przebywaniem foki w klimacie surowym.
I — *nasoturbinale;* II — VII — *ethmoturbinalia.* M — *maxilloturbinale.*

ki podstawnej, to kieruje się ona poziomo jakgdyby na spotkanie przegrody nosowej, nie dochodząc jednak do niej zachowuje się u różnych ssaków bardzo odmiennie. A więc, u Naczelnych i u człowieka zwija się ona tutkowato wzdłuż swej długiej osi ku dołowi (rys. 206e, 208m), u Koniowatych skręca się podobnie lecz tym razem ku górze (rys. 206d, 171).

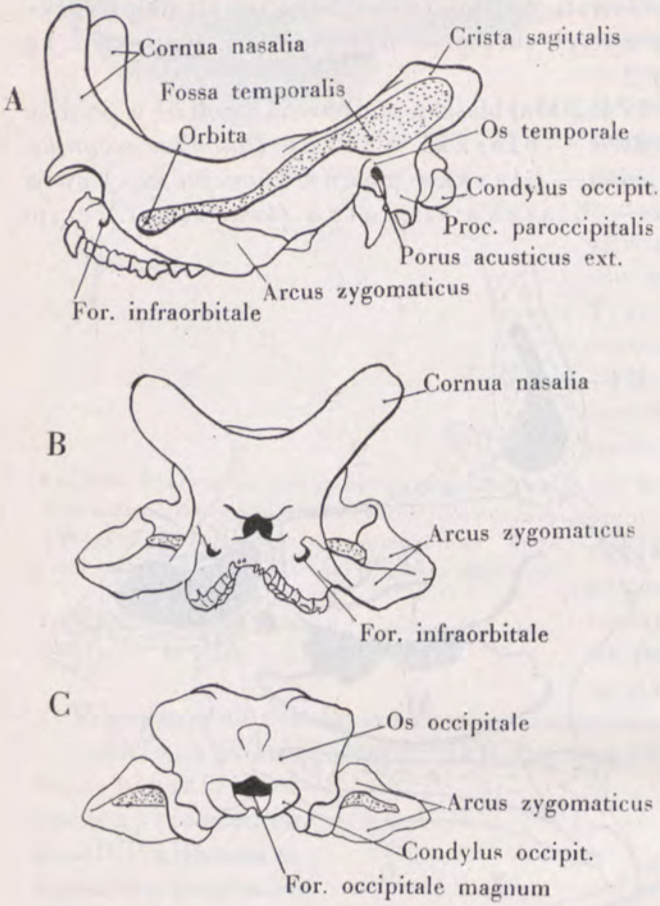
U Przeżuwaczy (rys. 174, 206a) blaszka podstawna dzieli się w pobliżu przegrody nosowej na dwie — blaszki wtórne *(lamellae secundariae* R. P.), z których jedna — blaszka górna *(lamella sup.)* zwija się tutkowato ku górze — blaszka zaś dolna *(lamella inf.)* czyni to samo lecz kierując się ku dołowi. Jeszcze bardziej zawiłe stosunki stwierdzamy u Mięsożernych (rys. 206b). I u nich występują blaszki wtórne, oddają one jednak szereg blaszek drobniejszych 3-o i 4-o rzędu, tworzących razem rodzaj meandrycznego gąszczu (rys. 196).



Rys. 208. Ściana boczna jamy nosowej człowieka. M — *maxilloturbinale;* I — II — *ethmoturbinalia;* 1 — *sinus fruntalis;* 2 — *lamina cribrosa;* 3 — *sella turcica;* 4 — *sinus sphenoidalis;* 5 — *for. sphenopalatinum;* 6 — *palatum durum;* 7 — *ductus incisivus.*

U ssaków młodych, mam tutaj na myśli przedewszystkiem Kopytne, małżowiny szczękowe posiadają ukształtowanie spoiste, które zostaje zastąpione u osobników starszych przez charakterystyczne utkanie ażurowe (rys. 174). Ponadto wnętrze małżowiny wykazuje u nich obecność licznych beleczek, przebiegających w najprzeróżnorodniejszych kierunkach, dzięki którym wnętrze zostaje podzielone na szereg łączących się ze sobą — komór małżowinowych *(camerae conchales* R. P.). Jeżeli chodzi specjalnie o stosunki zachodzące u Koniowatych, to owych komór jest dwie,

z których jedna — komora przednia *(camera ant.)* łączy się bezpośrednio z przewodem nosowym środkowym, druga zaś — komora tylna *(camera post.)* szeroko komunikuje się z komorą przednią zatoki szczękowej (rys. 171).



Rys. 209. Czaszka ✝ *Brontotherium gigas* (✝ *Titanotheriidae*) (wg. H. F. Osborn'a), jako przykład wybitnie atypowej budowy czaszki.
A — czaszka, widziana zboku; B — czaszka, widziana od przodu; C — czaszka, widziana od tyłu. Zwrócić szczególną uwagę na budowę i na umiejscowienie narostków oraz na stosunek dołu skroniowego do oczodołu.

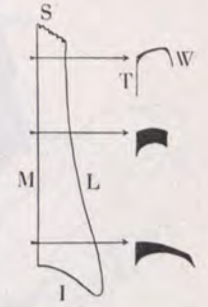
Z powyższego wynika jasno, iż podczas gdy u Naczelnych i u Koniowatych rola małżowiny szczękowej, jako narządu ogrzewającego powietrze, jest raczej ograniczona, u Przeżuwaczy, a zwłaszcza u Mięsożernych znaczenie jej potęguje się dzięki podziałowi jej na liczne blaszki przedzielone wąskiemi szparami poprzez które, jak przez oczka sita, przesącza się chłodne wzgl. zbyt suche powietrze.

U *Odontoceti*, jako u ssaków prowadzących bytowanie wodne, wszystkie małżowiny nosowe wykazują daleko idące uwstecznienie.

11. Kość nosowa *(nasale)* ma postać wydłużonej, rynienkowatej płytki, biorącej udział w utworzeniu sklepienia jamy nosowej (rys. 211). Graniczy ona: dośrodkowo z jednoimienną kością strony przeciwległej (szew międzynosowy!), wtyle z kością czołową a częściowo i z kością sitową, bocznie ze szczęką i z kością międzyszczękową, a często rów-

nież (np. u Koniowatych i u Przeżuwaczy) i z kością łzową i wreszcie naprzedzie kończy się — krawędzią wolną *(margo liber)*, wchodzącą w skład brzegów — otworu gruszkowatego *(apertura pyryformis)*, stanowiącego wejście do jamy nosowej.

Kształt kości nosowej jest bardzo zmienny podobnie, zresztą, jak i jej wielkość. Najczęściej jest ona wyraźnie wypukła w kierunku poprzecznym, w kierunku zaś podłużnym może być również wypukła *(Felidae, Bovinae, Ovinae, Cervicornia, Sus scrofa, Rodentia)* lub też wklęsła *(Primates* i *Hominidae, Canidae*, a zwłaszcza mops i buldog, *Caprinae*, uszlachetnione rasy świń). U Nieparzystokopytowców i u Przeżuwaczy kość nosowa jest szersza wtyle, ulega zaś przewężeniu ku przodowi, natomiast u Naczelnych i u Mięsożernych sprawa przedstawia się wręcz odmiennie. U Gryzoni szerokość kości nosowej jest mniejwięcej na całym swym obszarze jednostajna.

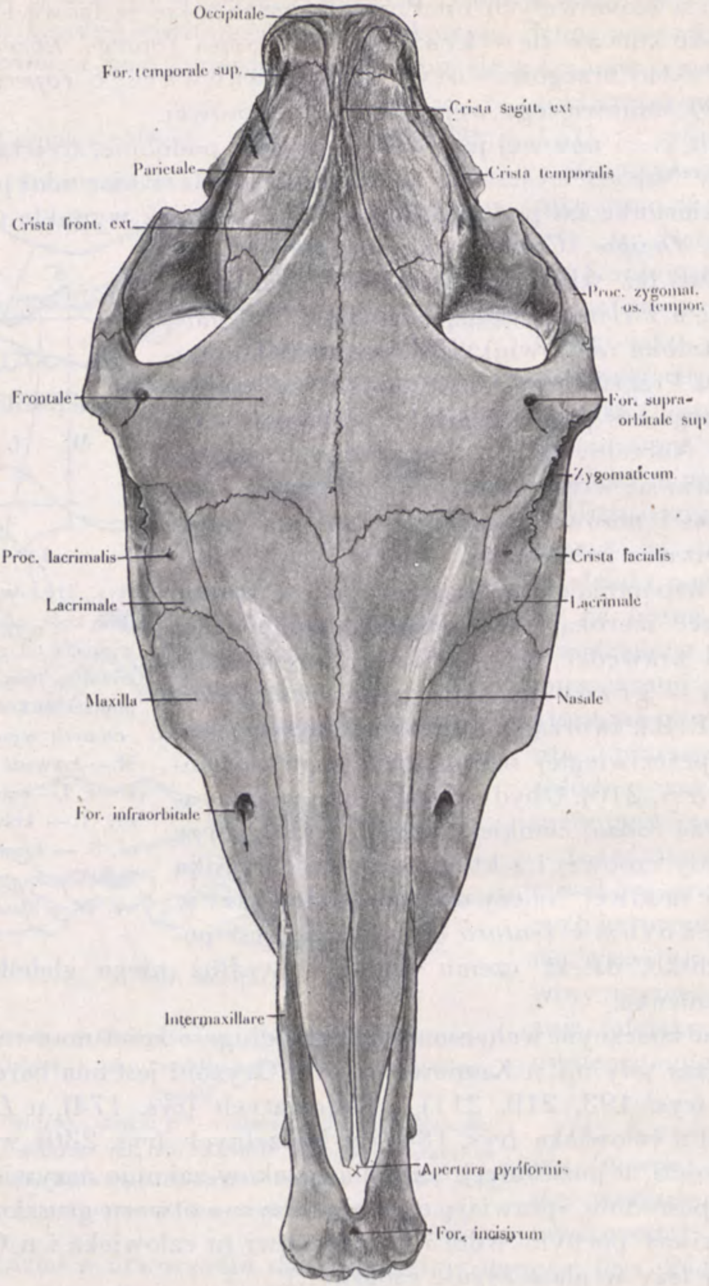


Rys. 210. Wyosobniona lewa kość nosowa psa, widziana od góry. Obok widnieją trzy przekroje poprzeczne kości na oznaczonych wysokościach. M — krawędź przyśrodkowa; L—krawędź boczna; I — krawędź dolna, S — krawędź górna; T — blaszka przyśrodkowa; W — blaszka boczna.

Jeżeli wspomniałem o Mięsożernych, to trudno przemilczeć szeroką, płaską blaszkę, odchodzącą u psa od krawędzi przyśrodkowej kości, którą nazwiemy — grzebieniem szwowym *(crista suturalis* R. P.), tworzącym wraz z podobnym grzebieniem przeciwległej strony szew typu harmonicznego (rys. 210). Obydwa grzebienie wzięte razem tworzą rodzaj cienkiej listewki, zwisającej ze stropu jamy nosowej i z którą łączy się chrząstka przegrody nosowej. Należy dodać iż u psa — szew międzynosowy *(sutura internasalis)* jest położony nisko, dzięki czemu widnieje wzdłuż niego głęboka choć wąska rynienka.

Równie znacznym wahaniom podlega i długość kości nosowej. Istotnie, podczas gdy np. u Koniowatych i u Gryzoni jest ona bardzo wydłużona (rys. 193, 219, 211), u Kotowatych (rys. 174), u *Lutrinae* (rys. 197) u człowieka (rys. 188) i u Naczelnych (rys. 230) wyróżnia się krótkością, u pozostałych natomiast ssaków zajmuje oczywiście stanowisko pośrednie, sprawiające, że płaszczyzna otworu gruszkowatego jest ustawiona pochyło wdół i ku przodowi (u człowieka i u Gryzoni otwór ów leży w płaszczyźnie czołowej!).

U Przeżuwaczy pomiędzy sąsiadujące krawędzie szczęki i kości nosowej wdziera się wąska nader charakterystyczna — szczelina trzonowa albo — szczelina nosowoszczękowa *(fissura nasoma-*

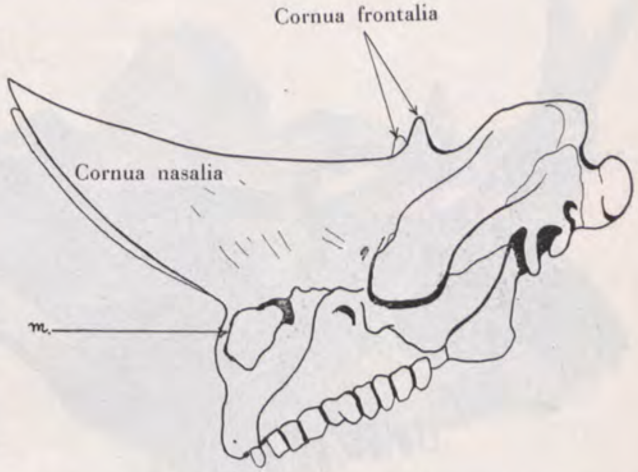


Rys. 211. Czaszka k o n i a, widziana od góry.

Zwrócić szczególną uwagę na kształt k. nosowej, na stosunki jej do sąsiadujących kości i wreszcie na związek między grzebieniem czołowym zewn. *(crista frontalis ext.)* i grzebieniem strzałkowym *(crista sagittalis ext.)*.

xillaris), sięgająca aż po kość łzową, u której kończy się często (np. u *Cervidae)* bardzo rozległą — szczeliną łzową *(hiatus lacrimalis)* (rys. 150, 180).

Stosunek wzajemny krawędzi wolnych obu kości nosowych wyrażać się może trojako. A więc u *Equidae*, u *Suidae* i u *Ruminantia* schodzą się one dośrodkowo, tworząc razem ostry występ — kolec nosowy *(spina nasalis);* u *Felidae,* u *Rodentia* i u większości zpośród *Primates* krawędzie wolne leżą we wzajemnem przedłużeniu, a u *Canidae* ograniczają trójkątne — wcięcie nosowe *(incisura nasalis).*



Rys. 212. ✠ *Arsinoitherium Zitelli* (wg. C. W. Andrews). Wybitny ten przedstawiciel podrzędu ✠ *Embrithopoda* posiadał czaszkę o budowie wybitnie nieprzeciętnej. Z ważniejszych cech zwracają szczególną uwagę: obecność narostków nosowych *(cornua nasalia),* skostnienie chrząstkowej przegrody nosowej (m) oraz stosunek oczodołu do dołu skroniowego.

Na rynienkowatej powierzchni wewnętrznej kości, a więc zwróconej do wnętrza jamy nosowej, znajdujemy poziomo położony, podłużny, niski — grzebień małżowinowy górny *(crista conchalis sup.),* służący za miejsce przymocowania dla odcinka przedniego małżowiny nosowej *(nasoturbinale).* W tyle widnieje niewielkie pole do którego przylega ściśle, a nawet zrasta się, skrzydełko blaszki pionowej kości sitowej *(ala laminae perpendicularis os. ethmoidalis).*

U człowieka kość nosową przebija nawylot drobny — otwór nosowy *(for. nasale).*

Do cech o charakterze raczej atypowym należy między innemi obecność — narostków nosowych *(cornua nasalia)* kostnych lub rogowych, mniej lub bardziej ściśle sprzężonych z kośćmi nosowemi. I tak u — ✠ *Embrithopoda* (np. ✠ *Arsinoitherium* Zitelli Beadn (rys. 212), u ✠ *Dinoceratidae* (✠ *Amblypoda),* u ✠ *Protoceratinae* (np. ✠ *Syndyoceras),* u niektórych zpośród przedstawicieli ✠ *Titanotheriidae* (np. u ✠ *Brontotherium gigas* rys. 105 i rys. 289) i wreszcie u niektórych przedstawicieli form kopalnych Gryzoni, (np. ✠ *Epigaulus* Hatcheri, ✠ *Ceratogaulus rhinocerus)* kości nosowe są wyposażone w potężne, stożkowate i zazwyczaj parzyste narostki kostne, które u osobników ży-

wych były prawdopodobnie pokryte skórą lub też pochwą rogową. Inaczej się sprawa przedstawia u Nosorożcowatych (np. *Rhinoceros unicornis* L., *Diceros bicornis* L., ✝ *Tichorhinus antiquitatis* Blumenb. p. rys. 213). Otóż, tym razem napotykamy, ustawione w płaszczyźnie pośrodkowej, jeden lub dwa narostki rogowe (tom I, rys. 36), które jeżeli chodzi o gatunki wykopaliskowe, ulegają najczęściej zupełnemu zniszczeniu a u osobników żywych są dość luźno związane z kośćmi nosowemi. Bez względu jednak na budowę, narostki nosowe służą do



Rys. 213. Czaszka — ✝ n o s o r o ż c a w y k o p a l i s k o w e g o (✝ *Rhinoceros tichorhinus).* Zwrócić szczególną uwagę na skostnienie przegrody nosowej (por. z rys. 212!) w związku z obecnością narostków rogowych (na rysunku są one schematycznie odtworzone), na kształt dołu skroniowego oraz na budowę i stosunki otworu słuchowego zewn.
Ze zbiorów Państwowego Muzeum Zoologicznego.

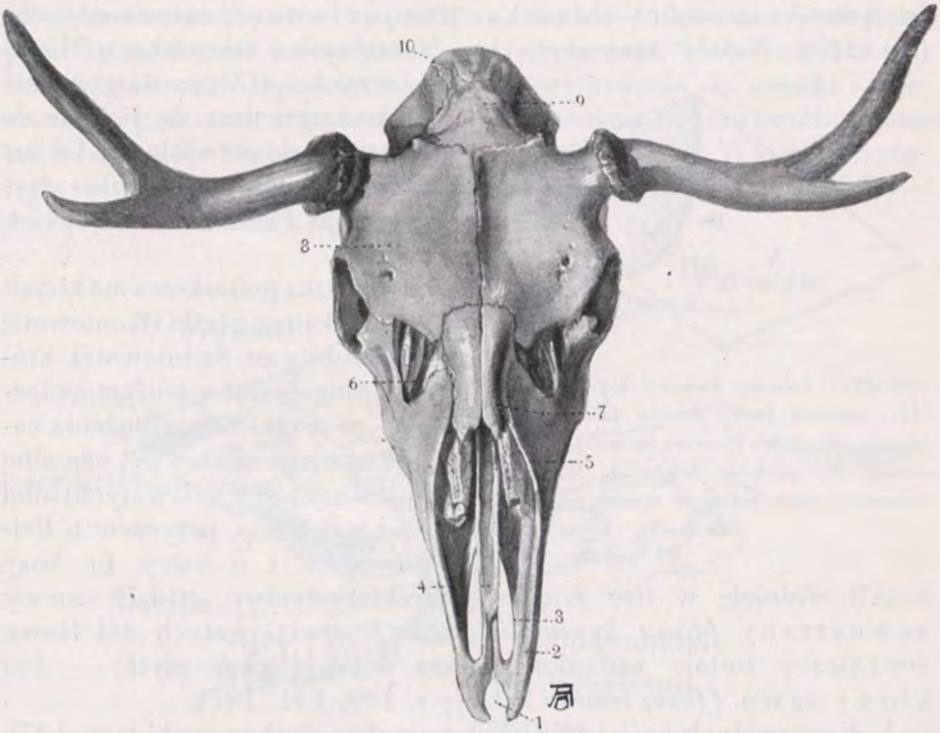
wyszukiwania kłączy podziemnych a ponadto są groźną bronią wzgl. narzędziem ataku (zraniony nosorożec nadziewa na ostre narostki swego prześladowcę a potem gruchocze mu kości kończynami!).

Bardzo swoiście zachowywują się dalej kości nosowe u Waleniowatych (rys. 194) a to w ścisłym związku z przystosowaniem się tych ssaków do środowiska wodnego. A więc, naskutek przesunięcia się otworu gruszkowatego ku tyłowi t.j. w kierunku sklepienia czaszki[1]), kości nosowe ulegają daleko idącemu uwstecznieniu, figurując jako drobne płytki, u krawędzi górnej wejścia do jamy nosowej. Podobne stosunki można stwierdzić i u Słoniowatych, tym razem jednak naskutek obecności nosowia *(rhinarium).* Stajemy więc tutaj w obliczu niewątpliwego objawu zbieżności (p. tom I, str. 122), polegającym na morfologicznem zbliżeniu niektórych cech pomimo braku jakichkolwiek więzów genetycznych.

---

[1]) Owe dogrzbietowe przesunięcie otworu gruszkowatego stwierdzamy ponadto u wielu ssaków lądowych, które często posiłkują się przemieszczalnością typu pławnego!

12. K o ś ć ł z o w a *(lacrimale)*. Jakkolwiek kość łzowa należy do najdrobniejszych kości trzewioczaszki, temniemniej posiada dość duże znaczenie taksonomiczne przy rozróżnianiu ras Pustorogich. Wartość swoją kranjologiczną zawdzięcza ona pewnemu brakowi równowagi morfologicznej, przejawiającemu się w dużej zmienności zarówno kształtów jak i wielkości, już nietylko w zakresie rodzin i gatunków



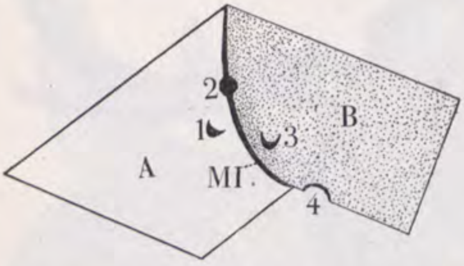
Rys. 214. Czaszka — ł o s i a *(Alces alces* L.), widziana od góry.
1. *fissura incisiva;* 2. *intermaxillare;* 3. *fissura palatina;* 4. *vomer;* 5. *maxilla;* 6. *hiatus lacrimalis;* 7. *nasale;* 8. *frontale;* 9. *parietale;* 10. *occipitale.*
Zwrócić uwagę na rozległość — w n ę k i n o s o w e j *(hilus nasalis* R. P.) (p. str. 298), na guz widniejący w części pośrodkowej kości czołowych, na zagłębienie położone przed owym guzem i wreszcie na silnie wyrażoną szczelinę łzową *(hiatus lacrimalis)* (por. z rys. 150!).
Ze zbiorów Zakładu Anatomji Prawidł. Zw. Dom. U. W.

ale nawet w obrębie poszczególnych ras. Zasługuje więc ona na większą uwagę, aniżeli jej się zwykle poświęca.

Kość łzowa jest umieszczona w okolicy ściany przyśrodkowej oczodołu (rys. 113). Jest to bardzo cienka blaszka kostna granicząca: naprzedzie ze szczęką, bocznie z kością jarzmową, a wgórze z kością

czołową. U Przeżuwaczy i u Koniowatych graniczy ona ponadto i z kością nosową (rys. 147, 156, 157, 161, 162, 200).

Ostry — grzebień łzowy *(crista lacrimalis)*, wchodzący w skład pierścienia oczodołowego *(annulus orbitalis)*, dzieli całą powierzchnię zewnętrzną kości na dwie części ustawione do siebie pod kątem. Są to: blaszka policzkowa *(lamina malaris)* wchodząca w skład powierzchni zewnętrznej czaszki i, biorąca udział w budowie ściany przyśrodkowej oczodołu — blaszka oczodołowa *(lamina orbitalis)* (rys. 215). Należy zauważyć, iż u Naczelnych i człowieka, u Mięsożernych i u Zającowatych kość łzowa ogranicza się li tylko do swej blaszki oczodołowej. Objaw ten zaznacza się bardzo wybitnie u *Felidae* (rys. 137, 174, 193).



Rys. 215. Schemat budowy kości łzowej. MI — grzebień łzowy *(crista lacrimalis)*; A — blaszka policzkowa *(lamina malaris)*; B — blaszka oczodołowa *(lamina orbitalis)*. Liczbami 1-4 oznaczono różne położenia otworu łzowego *(for. lacrimale)*.

Blaszka policzkowa ma kształt prostokątnej płytki (Koniowate, Przeżuwacze, Świniowate), której długość jest w ścisłym związku ze stopniem wydłużenia całej trzewioczaszki i jest ona albo płaska (np. u Koniowatych) albo też wgłębiona, przyczem u Pełnorogich i u owcy (u kozy brak!) widnieje w tem miejscu charakterystyczny — dół łzowy zewnętrzny *(fossa lacrimalis ext.)*. U Świniowatych dół łzowy zewnętrzny zostaje zastąpiony przez rozległy choć płytki — dół kłowy zewn. *(fossa canina ext.)* (rys. 140, 141, 197).

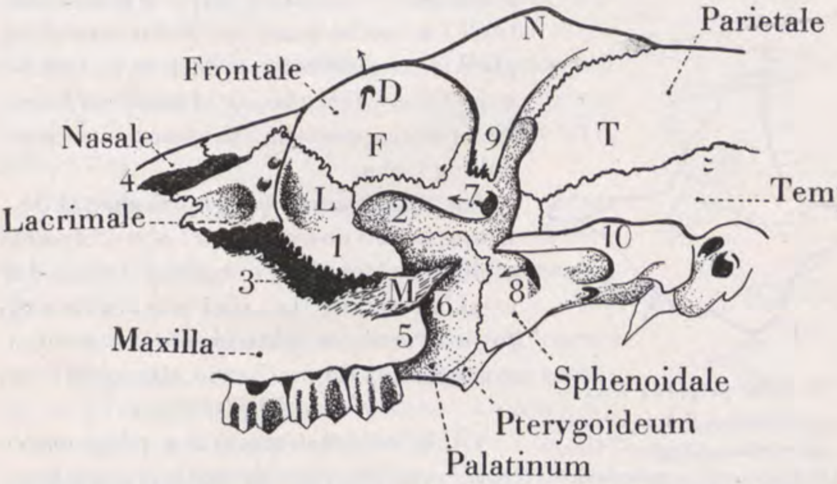
U Koniowatych kość łzowa wykazuje dwa drobne guzki (rys. 147), z których jeden — wyrostek łzowy tylny *(proc. lacrimalis post.)* odchodzi od grzebienia łzowego, drugi zaś — wyrostek łzowy przedni *(proc. lacrimalis ant.)* jest położony bardziej ku przodowi, a mianowicie, mniej więcej, w pośrodku blaszki policzkowej. Szczegół ważny z punktu widzenia rozpoznawczego: — u osła wyrostek łzowy przedni znajduje się na samym — szwie nosowoczołowym *(sut. nasolacrimalis)*.

U Przeżuwaczy i u Gryzoni występuje jedynie wyrostek łzowy tylny, Naczelne zaś i człowiek wyrostków zgoła nie posiadają.

Poza charakterystycznym dołem, kość łzową Świniowatych cechuje obecność dwóch dość znacznych — otworów łzowych *(forr. lacrimalia)*, prowadzących do — przewodu nosowołzowego *(ductus nasolacrimalis)* (rys. 140, 141, 197).

O przewodzie tym była wzmianka przy omawianiu rozwoju osobniczego twarzy. Tutaj dodamy że przewód nosowołzowy otwiera się w jamie nosowej tuż pod małżowiną szczękową a więc w obrębie przewodu nosowego dolnego.

U wszystkich *Artiodactyla* ale przedewszystkiem u *Cervicornia*, u *Vellericornia* i u *Tylopoda* w miejscu spotkania kości łzowej z kością czołową, z kością nosową i ze szczęka widnieje szeroki o nieprawidłowym zarysie otwór — szczelina łzowa *(hiatus lacrimalis)* poprzez którą dojrzeć można małżowiny sitowe (rys. 153). Szczelina łzowa powstała prawdopodobnie naskutek wydłużenia się czaszki i załamania jej podstawy w związku z powiększeniem się powierzchni żującej trzonowców i wykształceniem ciężkich narostków. Wyjątkowo rozległą szczeliną łzową odznacza się — łoś *(Alces alces* L.) (rys. 156) i — daniel *(Dama dama* L) (rys. 135).

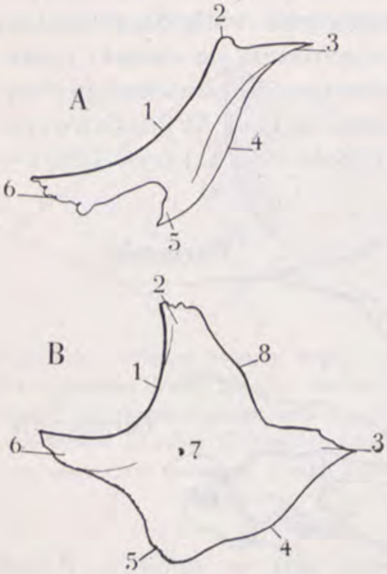


Rys. 216. Okolica dołu skrzydłowo-podniebiennego i oczodołu — sarny *(Cervus capreolus* L). Kość jarzmowa została usunięta celem przedstawienia stosunków oczodołu u Przeżuwaczy. 1 — bańka łzowa; 2 — grzebień oczodołowy (por. z rys. 229); 3 — zatoka szczękowa uwidoczniona naskutek usunięcia kości jarzmowej; 4 — szczelina łzowa (por. z rys. 153); 5 — guz szczękowy; 6 — dół skrzydłowo-podniebienny; 7 — otwór wzrokowy; 8 — otwór owalny; 9 — wyrostek zaoczodołowy k. czołowej; 10 — wyrostek jarzmowy k. skroniowej; D — otwór nadoczodołowy dolny; F — blaszka oczodołowa kości czołowej; L — k. łzowa; M — szew szczękowo-jarzmowy; N — miejsce tworzenia się narostka; T — dół skroniowy.

Blaszka oczodołowa *(lamina orbitalis)* Przeżuwaczy, za wyjątkiem wielbłąda, jest wyjątkowo rozległa, albowiem wzdyma się ona tworząc jajowatą — bańkę łzową *(bulla lacrimalis)* wznoszącą się z dna oczodołu (rys. 216). Niezmiernie cienkie ściany blaszki ograniczają rozległą —

zatokę łzową *(sinus lacrimalis)*, łączącą się szeroko z zatoką szczękową (rys. 216).

U innych ssaków zasięg blaszki oczodołowej jest znacznie mniejszy. Widnieje na niej, tuż za grzebieniem łzowym, lejkowaty — dół woreczka łzowego *(fossa sacci lacrimalis)*, na dnie którego znajdujemy — otwór łzowy *(for. lacrimale)*, stanowiący wejście do przewodu nosowołzowego, odprowadzającego w warunkach zwykłych łzy z worka spojówkowego oka w kierunku jamy nosowej. U Pełnorogich otwór łzowy, podobnie jak to widzieliśmy u Świniowatych, występuje jako otwór podwójny, tym razem jednak otwory te są umieszczone na samym grzebieniu łzowym (rys. 216). Wtyle od dołu znajdujemy niekiedy (np. u Koniowatych a zwłaszcza u Świniowatych) płytkie zagłębienie — dół mięśniowy *(fossa muscularis)*, służący za miejsce przyczepu dla mięśnia skośnego dolnego oka.



Rys. 217. A. Kość jarzmowa lewa — lisa *(Vulpes vulpes* L.*)*. B. kość jarzmowa lewa człowieka. Obydwie kości po wyosobnieniu zostały przedstawione zboku.
1 — krawędź oczodołowa; 2 — wyr. czołowy; 3 — wyr. skroniowy; 4 — krawędź dolna; 5 — wyr. dolny krawędzi szczękowej; 6 — wyr. górny krawędzi szczękowej; 7 — otwór jarzmowotwarzowy.

Na zakończenie pragnę dodać, iż powierzchnia dośrodkowa obu blaszek a więc całej kości łzowej, wchodzi w skład ściany bocznej jamy nosowej, co się wyraża, między innemi, w ścisłym stosunku jej do małżowin sitowych.

13. Kość jarzmowa *(zygomaticum;* syn.: *jugale, os malare)* stanowi jeden z filarów — łuku jarzmowego *(arcus zygomaticus)*, owego mostu rzuconego ze szczęki na kość skroniową, a który ma za zadanie przenoszenie ciśnienia wywieranego na zęby na obszar całej czaszki (rys. 221).

Łuk jarzmowy jest więc niejako wykładnikiem stanu uzębienia danego ssaka i jakości pokarmu przezeń pobieranego. Iż tak jest istotnie, dowodem tego są ssaki odżywiające się pokarmem roślinnym, mięsnym i mieszanym, u których łuk jest zawsze silnie rozwinięty i opiera się za pośrednictwem kości jarzmowej na tym odcinku szczęki, który normalnie jest poddawany największe-

mu ciśnieniu (u Przeżuwaczy na ostatnim przedtrzonowcu i pierwszym trzonowcu, u Mięsożernych — głównie na ostatnim przedtrzonowcu i t. d.).

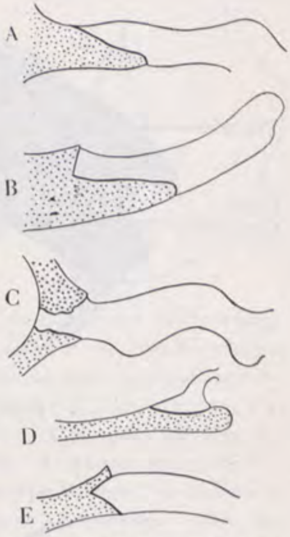
Wręcz odmiennie zachowuje się łuk jarzmowy u ssaków, u których akt żucia nie odgrywa większej roli, a więc u niektórych Owadożernych *(Soricidae, Talpidae)* (rys. 222), u *Chiroptera*, u *Xenarthra* i wreszcie u *Cetacea*. U ssaków tych łuk jest niezupełny (brak połączenia między kością jarzmową i kością skroniową), lub też pręcikowato cienki (np. u Waleni) (rys. 194).

A teraz poznawszy już morfogenezę interesującej nas w tej chwili kości, przystąpimy do rozpatrzenia szczegółów jej budowy.

Kość jarzmowa leży w części bocznej czaszki, bezpośrednio pod oczodołem. Łączy się ona: wdole z wyrostkiem jarzmowym szczęki, dośrodkowo z kością łzową, bocznie z kością skroniową, i wreszcie niekiedy (u Naczelnych i u Przeżuwaczy) z kością czołową, a nawet z kością klinową (u Naczelnych) (rys. 137, 147, 157, 174).

Rozróżniamy w niej, łączący się ze szczęką — trzon *(corpus)* oraz odchodzący odeń — wyrostek skroniowy *(proc. temporalis)* (rys. 217).

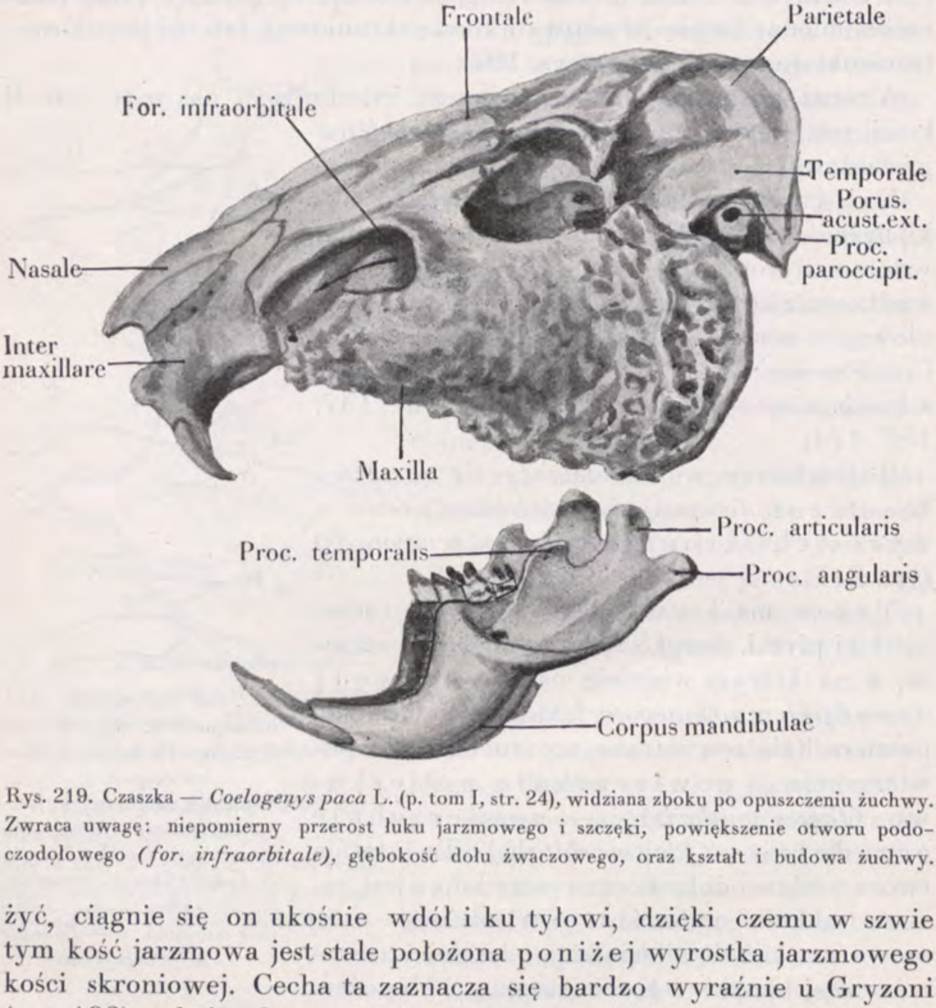
Trzon ma kształt nieprawidłowej, raczej płaskiej płytki, szeroko spoczywającej na szczęce, a na którym widnieje ostra — krawędź oczodołowa *(margo orbitalis)*, dzieląca całą powierzchnię zewnętrzną trzonu na dwie powierzchnie — powierzchnię policzkową *(facies malaris)* i — powierzchnię oczodołową *(facies orbitalis)*. Ta ostatnia tworzy ścianę dolnoboczną oczodołu i jest zawsze wklęsła, natomiast powierzchnia twarzowa ma kształt niewielkiej, płaskiej i czworobocznej blaszki u Koniowatych, u Mięsożernych (rys. 217) jest wypukła i półksiężycowato wygięta i wreszcie u Przeżuwaczy jest obszerna i wklęsła.



Rys. 218. Budowa łuku jarzmowego u A. *Bos;* B. *Sus;* C. *Equus;* D. *Lepus;* E. *Macropus.*
Wyrostek skroniowy k. jarzmowej oznaczono kropkowaniem a wyr. zaoczodołowy k. czołowej (C) krzyżykowaniem. Na szczególną uwagę zasługują stosunki u — *Equidae* i u — *Leporidae.*

Co się tyczy owej krawędzi oczodołowej, to bierze ona udział, acz w bardzo różnym stopniu, w utworzeniu pierścienia oczodołowego *(annulus orbitalis)* (rys. 188, 192, 199, 222, 230).

W y r o s t e k s k r o n i o w y *(proc. temporalis)* ciągnie się ku tyłowi na spotkanie wyrostka jarzmowego kości skroniowej z którym się łączy, tworząc wielokrotnie już wspominany łuk jarzmowy *(arcus zygomaticus)*. Zasługuje na uwagę, iż — szew jarzmowoskroniowy *(sut. zygomaticotemporalis)*, łączący obydwa wyrostki, posiada nieomal u wszystkich ssaków identyczny przebieg. Istotnie, jak to łatwo zauwa-



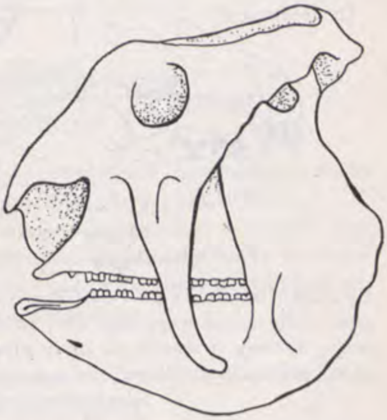
Rys. 219. Czaszka — *Coelogenys paca* L. (p. tom I, str. 24), widziana zboku po opuszczeniu żuchwy. Zwraca uwagę: niepomierny przerost łuku jarzmowego i szczęki, powiększenie otworu podoczodołowego *(for. infraorbitale)*, głębokość dołu żwaczowego, oraz kształt i budowa żuchwy.

żyć, ciągnie się on ukośnie wdół i ku tyłowi, dzięki czemu w szwie tym kość jarzmowa jest stale położona p o n i ż e j wyrostka jarzmowego kości skroniowej. Cecha ta zaznacza się bardzo wyraźnie u Gryzoni (rys. 193), u których wyrostek skroniowy kości jarzmowej jest niebywale wydłużony, sięgając poza krawędź tylną wyrostka jarzmowego kości skroniowej, gdzie tworzy guzek, który nazwiemy — j ę z y c z k i e m *(lingula* R. P.). (rys. 218d).

Do zjawisk rzadkich należą stosunki występujące u *Macropodidae*

i u *Equidae.* Otóż, u wspomnianych Torbaczy wyrostek jarzmowy kości skroniowej wklinowywuje się w obręb wyrostka skroniowego kości jarzmowej dzieląc go na dwa wtórne wyrostki (rys. 218e) natomiast u *Equidae* (rys. 218c) silnie rozwinięty i wydłużony wyrostek jarzmowy kości skroniowej wdziera się w przestrzeń przedzielającą wyrostek zaoczodołowy kości czołowej od wyrostka skroniowego kości jarzmowej, wchodząc w ten sposób w skład pierścienia oczodołowego i biorąc w jego budowie czynny udział!

Na granicy między trzonem i wyrostkiem skroniowym widnieje u Mięsożernych i u Świniowatych drobna wyniosłość skierowana ku górze, t. zw. — wyrostek zaoczodołowy *(proc. postorbitalis os. zygomatici)* (rys. 174), a który u Przeżuwaczy i u Naczelnych łączy się z podobnym wyrostkiem zaoczodołowym kości czołowej, zamykając od tyłu — pierścień oczodołowy *(annulus orbitalis)* (rys. 230).



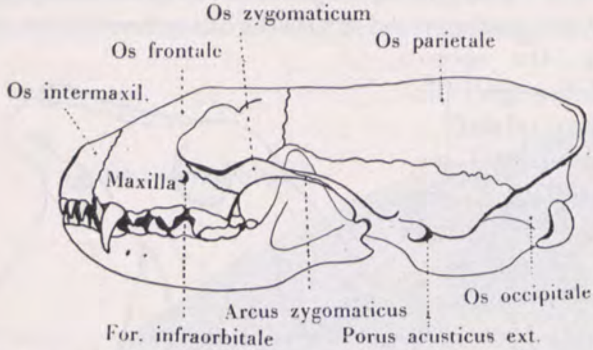
Rys. 220. ✢ *Glyptodon clavipes* (wg. H. Burmeister'a). A oto, czaszka jednego z najbardziej charakterystycznych przedstawicieli wygasłych Pancerzowców *(Xenarthra).* Tym razem zasługuje na podkreślenie: skostnienie przegrody nosowej, szczupłość dołu skroniowego, przerost łuku jarzmowego (silny m. żwacz?!) oraz obecność odchodzącego odeń wdół tajemniczego wyrostka, atypowa budowa żuchwy, odgraniczenie oczodołu od dołu skroniowego i t. d.

Na tem nie koniec! Porównywując zachowanie się obu wyrostków u Przeżuwaczy i u Naczelnych, stwierdzamy, iż poza pewnem podobieństwem istnieje między niemi i bardzo poważna różnica! Istotnie podczas gdy u Przeżuwaczy, wyrostek zaoczodołowy kości czołowej i wyrostek zaoczodołowy kości jarzmowej tworzą jedynie rodzaj wąskich listewek, które li tylko w znikomym stopniu odgraniczają oczodół od dołu skroniowego, u Naczelnych listewki te przybierają postać szerokich blaszek, a które przez nawiązanie ścisłej łączności z kością klinową, zamykają od tyłu oczodół i tylko wąska szpara — szczelina oczodołowa dolna *(fissura orbitalis inf.)* przypomina stosunki pierwotne, które stanowią prawidło u innych ssaków (rys. 188, 255).

Zamknięcie oczodołu u Naczelnych przypisywane jest przesunięciu się gałek ocznych ku przodowi.

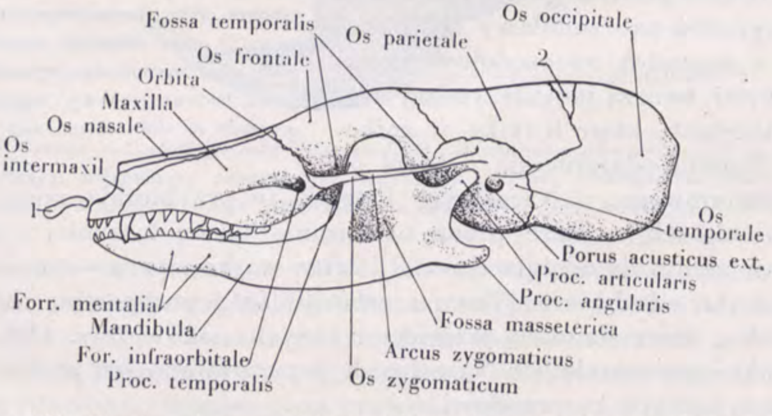
14. Kość podniebienna *(palatinum)* Jak już z samej nazwy wynika kość podniebienna jest jedną z kości wchodzących w skład —

p o d n i e b i e n i a   t w a r d e g o *(palatum durum).* Można ją sobie łatwo wyobrazić pod postacią dwóch prawieże płaskich blaszek, połączonych pod kątem prostym (rys. 224). Jedna z nich — w y r o s t e k p o d n i e b i e n n y albo — b l a s z k a   p o z i o m a *(lamina horizontalis)* leży w przedłużeniu wyrostka podniebiennego szczęki i tworzy odcinek tylny czyli końcowy podniebienia twardego. Widnieją na niej jeden lub kilka drobnych — o t w o r ó w   p o d n i e b i e n n y c h   m n i e j s z y c h *(forr. palatina minora),* będących podobnie jak i wyżej opisany — o t w ó r   p o d n i e b i e n n y   w i ę k s z y *(for. palatinum majus)* szczęki, ujściami — p r z e w o d u   p o d n i e b i e n n e g o *(canalis palatinus)* (rys. 225, 226, 243).



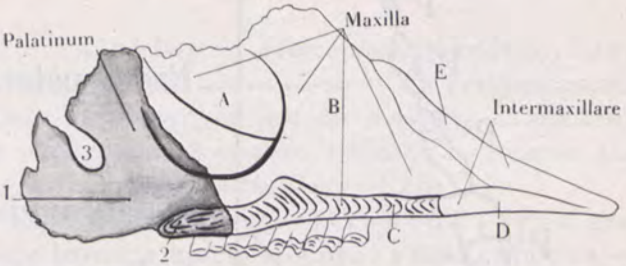
Rys. 221. Czaszka t c h ó r z a *(Mustela putorius* L.). Rozległość dołu skroniowego oraz silny rozwój wyrostka skroniowego żuchwy wskazują na to że niewątpliwie tchórz jest istotą mięsożerną. Potwierdza powyższe subtelna budowa łuku jarzmowego.

Z dwóch powierzchni blaszki, jedna jest zwrócona ku dołowi i przyczynia się do utworzenia sklepienia jamy ustnej, druga, skierowana ku górze, przedstawia odcinek tylny dna jamy nosowej.



Rys. 222. Czaszka — k r e t a *(Talpa),* widziana zboku. Czaszka typu pierwotnego. Zwraca szczególną uwagę wyciągnięta budowa czaszki, uwstecznienie łuku jarzmowego (wpływ używania pokarmu owadowego!), obecność kostki przegrodowej (1) oraz usamodzielnienie się kości międzyciemieniowej (2).

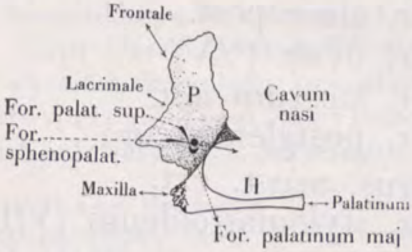
Blaszka pozioma graniczy naprzedzie z wyrostkiem podniebiennym szczęki a wtyle kończy się — krawędzią wolną *(margo liber)*, stanowiącą brzeg dolny — nozdrza tylnego *(choana)* i wreszcie dośrodkowo spaja się z podobną blaszką strony przeciwnej, tworząc wystający ku tyłowi cypel zwany — kolcem nosowym tylnym *(spina nasalis post.)*.



Rys. 223. Wyobraża kość podniebienną (zacieniowaną) na tle szczęki (B) i k. międzyszczękowej (E) cielęcia.
A. zatoka szczękowa, C. wyrostek podniebienny szczęki, D. wyrostek podniebienny k. międzyszczękowej; 1. blaszka prostopadła k. podniebiennej, 2. blaszka pozioma k. podniebiennej, 3. otwór klinowopodniebienny.

Druga składowa kości podniebiennej — blaszka prostopadła *(lamina perpendicularis)* jest zazwyczaj szersza i sięga bardziej ku tyłowi, aniżeli blaszka pozioma. Wyróżniamy na niej dwie powierzchnie oraz dwie krawędzie (rys. 223).

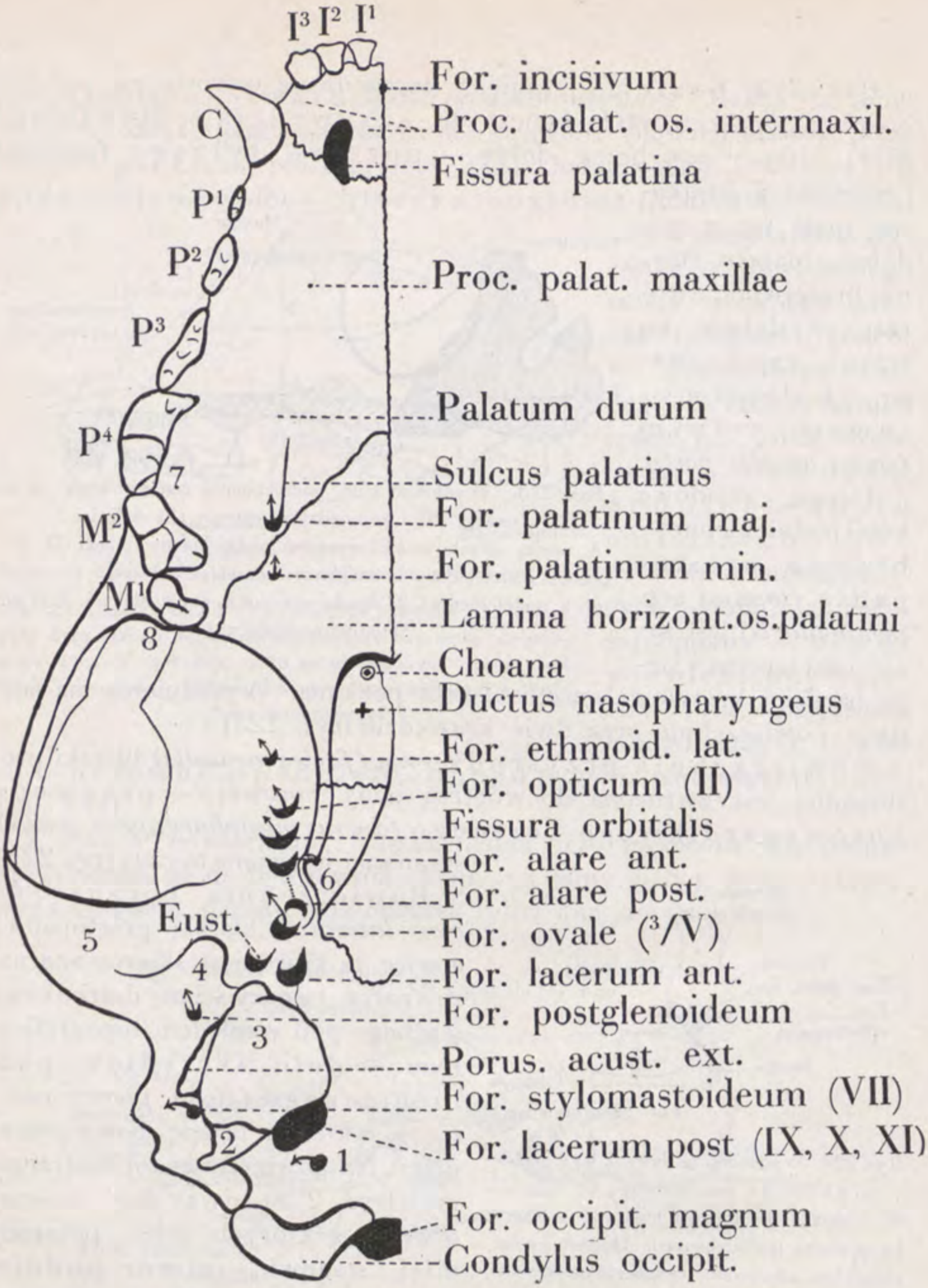
Powierzchnia przyśrodkowa *(facies medialis)* blaszki prostopadłej jest zwrócona do wnętrza jamy nosowej i — przewodu nosowogardłowego kostnego *(ductus nasopharyngeus osseus)*, stanowiąc ich ścianę boczną (rys. 226).



Rys. 224. Wyosobniona lewa kość podniebienna psa, widziana od tyłu.
P — blaszka prostopadła kości; H — blaszka pozioma (podniebienna). Dwustronnemi strzałkami oznaczono związki kości podniebiennej z kośćmi sąsiedniemi.

Powierzchnia boczna *(facies lateralis)* blaszki prostopadłej, a więc ta która jest skierowana nazewnątrz, tworzy ścianę dośrodkową ważnego pod względem topograficznym — dołu skrzydłowopodniebiennego *(fossa pterygopalatina)*, o którym będzie mowa jeszcze niżej. Na powierzchni tej dostrzegamy (rys. 228) dwa dość znaczne otwory, z których jeden, położony niżej, stanowi — otwór podniebienny górny *(for. palatinum sup.)*, drugi zaś umieszczony wyżej i bardziej ku przodowi nosi nazwę — otworu klinowopodniebiennego *(for. sphenopalatinum)* (rys. 196, 223).

Otwór podniebienny górny *(for. palatinum maj.)* prowa-



Rys. 225. Podstawa czaszki — p s a.

Zwrócić szczególną uwagę na stosunki panujące w obrębie — p o d n i e b i e n i a t w a r d e g o *(palatum durum)* oraz na budowę — p r z e w o d u n o s o w o g a r d ł o w e g o *(ductus nasopharyngeus)*. Jak widać, podniebienie twarde jest utworzone przez wyrostki podniebienne: k. międzyszczękowej, szczęki i k. podniebiennej *(proc. palat. os. intermaxil., proc. palat. maxillae; lamina horizontalis os. palatini)*.

Przewód nosowogardłowy ma postać szerokiej rynienki, rozpoczynającej się u nozdrzy tylnych *(choanae)* a opierającej się swem dnem o podstawę czaszki. Zarówno długość jak i szerokość przewodu u poszczególnych ssaków są zmienne i w dużym stopniu zależne od szerokości blaszki poziomej k. podniebiennej.

dzi do opuszczającego się wdól i ku przodowi — przewodu podniebiennego *(canalis palatinus)*, kończącego się na podniebieniu twardem — otworami podniebiennemi dolnemi: — większym i — mniejszemi *(for. palatina majus et forr. palatina minora)*.

Otwór klinowopodniebienny *(for. sphenopalatinum)* łączy dół skrzydłowopodniebienny z jamą nosową i służy do przepuszczenia nerwów i naczyń. Należy zaznaczyć, iż jest on niekiedy utworzony do spółki ze szczęką, a wtedy zamiast otworu widnieje — wcięcie klinowopodniebienne *(incisura sphenopalatina)* (rys. 223).

Z dwóch krawędzi kości podniebiennej — krawędź górna graniczy ze szczęką, z kością łzową, z kością czołową i z kością klinową, — krawędź zaś dolna łączy się naprzedzie ze szczęką (w miejscu zetknięcia przebiega przewód podniebienny), w części pośrodkowej jest wolna i bierze udział w utworzeniu krawędzi — przewodu nosowogardłowego kostnego *(ductus nasopharyngeus osseus)* i wreszcie wtyle spaja się z kością skrzydłową (rys. 225, 226).

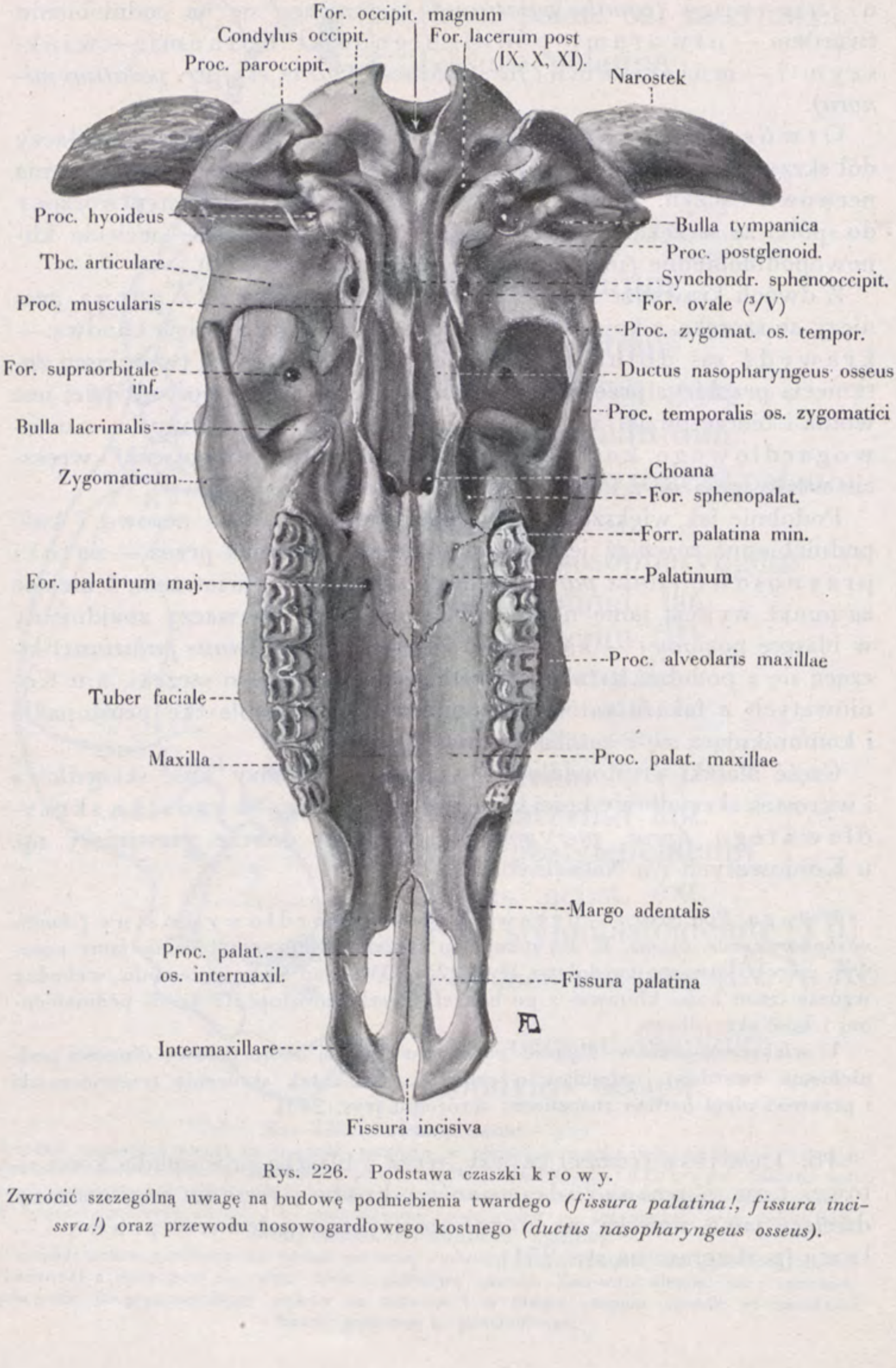
Podobnie jak większość kości sąsiadujących z jamą nosową i kość podniebienna również jest często zpneumatyzowana przez — zatoki przynosowe *(sinus paranasales)*, wypełnione powietrzem, a mające za punkt wyjścia jamę nosową. A więc, u Przeżuwaczy znajdujemy w blaszce poziomej — zatokę podniebienną *(sinus palatinus)* łączącą się z podobną zatoką wyrostka podniebiennego szczęki, a u Koniowatych z takąże zatoką ale pneumatyzującą blaszkę prostopadłą i komunikującą się z zatoką klinową.

Część blaszki prostopadłej, wciskająca się między kość skrzydłową i wyrostek skrzydłowy kości klinowej, nosi nazwę — wyrostka skrzydłowatego *(proc. pterygoideus)*. Jest on dobrze rozwinięty np. u Koniowatych i u Naczelnych.

Uwaga. Pod nazwą — przewód nosowogardłowy kostny *(ductus nasopharyngeus. osseus.* R. P.) rozumiem rynienkowate przedłużenie jamy nosowej, szeroko otwarte ku dołowi (rys. 225). W skład ścian przewodu wchodzą: wgórze trzon kości klinowej a po bokach blaszka prostopadła kości podniebiennej i kość skrzydłowa.

U większości ssaków długość przewodu wynosi około połowy długości podniebienia twardego, natomiast u człowieka naskutek skrócenia trzewioczaszki i przewód uległ bardzo znacznemu skróceniu (rys. 243).

15. Lemiesz *(vomer)* tworzy, wraz z blaszką prostopadłą kości sitowej, t. zw. — przegrodę nosową kostną *(septum nasi osseum)*, dzielącą jamę nosową na dwie symetryczne połowy: — prawą i — lewą (p. diagram na str. 251).

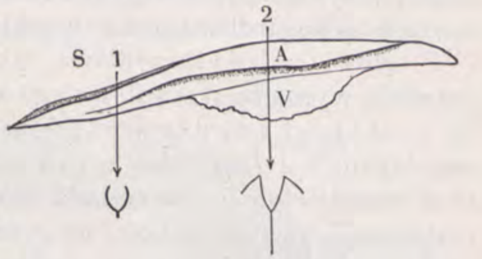


Rys. 226. Podstawa czaszki k r o w y.

Zwrócić szczególną uwagę na budowę podniebienia twardego (*fissura palatina!, fissura incissva!*) oraz przewodu nosowogardłowego kostnego (*ductus nasopharyngeus osseus*).

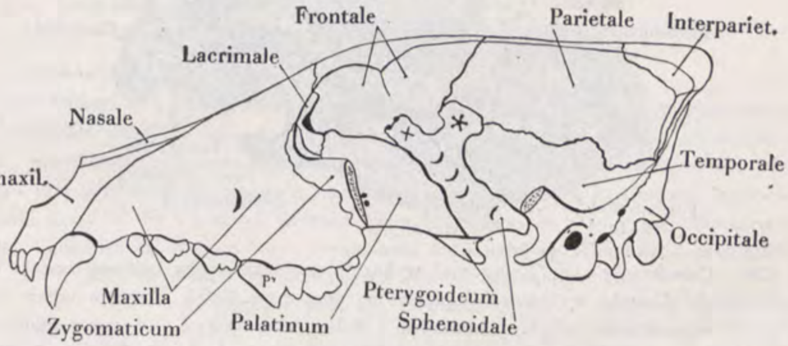
Lemiesz ma najczęściej kształt nieprawidłowej, mocno wyciągniętej w kierunku strzałkowym blaszki (rys. 227), ustawionej pionowo i w płaszczyźnie pośrodkowej, a która opuszcza się od trzonu kości klinowej i od blaszki prostopadłej kości sitowej na dno jamy nosowej.

Powstał on z dwóch, pierwotnie niezależnych blaszek — skrzydeł lemieszowych *(alae vomeris)*, które jednak później zrastają się wdole, podczas gdy wgórze rozchodzą się, przyjmują położenie poziome i w ten sposób nawiązują łączność z trzonem kości klinowej i jak to już widzieliśmy z — blaszką graniczną *(lamina terminalis)* kości sitowej. Dzięki powyższemu, krawędź przednia lemiesza wykazuje wgórze głęboki rowek — rowek lemieszowy *(sulcus vomeris)*, służący do pomieszczenia przegrody nosowej chrząstkowej (rys. 227).



Rys. 227. Wyosobniony lemiesz sarny *(Capreolus capreolus* L.), widziany od strony lewej. Wdole widnieją dwa przekroje (1 i 2) poprzeczne wykonane w płaszczyznach strzałkowych. S — rowek lemieszowy; A — skrzydło lemieszowe.

Krawędź tylna *(margo post.)* lemiesza kieruje się wdół i ku przodowi, oddzielając od siebie wtyle otwory tylne jamy nosowej t. zw. — nozdrza tylne *(choanae)* (rys. 226).



Rys. 228. Budowa dołu skrzydłowo-podniebiennego i dołu skroniowego psa, widziane po sztucznem usunięciu łuku jarzmowego. Zwrócić szczególną uwagę na stosunek kości skrzydłowej *(pterygoideum)* do k. klinowej i do k. podniebiennej.

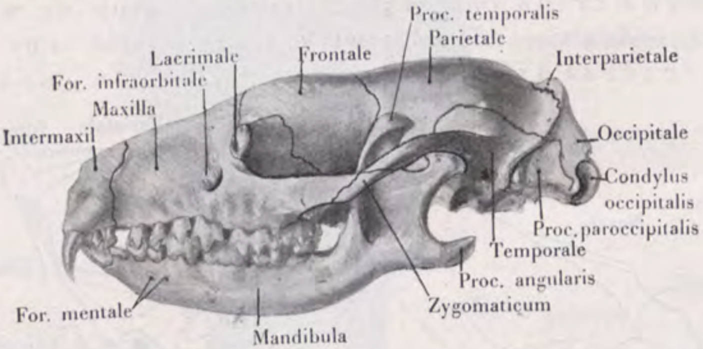
16. Kość skrzydłowa *(pterygoideum)* ma kształt cienkiej blaszki, ustawionej mniej więcej pionowo, a która swą powierzchnią zewnętrzną nakłada się na odcinek tylny blaszki prostopadłej kości podniebiennej (rys. 228).

Z trzech krawędzi — k r a w ę d ź g ó r n a *(margo sup.)* łączy się z trzonem kości klinowej, — k r a w ę d ź d o l n a *(margo inf.)* zaś wygina się ku tyłowi tworząc — h a c z y k *(hamulus)*, służący za bloczek dla jednego z mięśni podniebienia. Ostatnia krawędź t. j. — k r a w ę d ź t y l n a albo — w o l n a *(margo liber)* stanowi granicę tylną kości skrzydłowej i posiada kierunek pionowy. Powierzchnia przyśrodkowa kości jest rynienkowato wgięta i wchodzi w skład odcinka tylnego przewodu nosowogardłowego kostnego (rys. 225, 226).

U człowieka kość skrzydłowa już wcześnie zrasta się z krawędzią przednią wyrostka skrzydłowatego kości klinowej, ograniczając obszerny — d ó ł s k r z y d ł o w y *(fossa pterygoidea)*. Podobne stosunki znajdujemy i u *Leporidae*, z tem jednak, że kość skrzydłowa nie traci swej samodzielności i że posiada budowę »koronkową«, tak charakterystyczną i dla innych kości tej rodziny.

U *Cetacea* i u *Myrmecophagidae* kość skrzydłowa jest wyposażona w duży — w y r o s t e k p o d n i e b i e n n y *(proc. palatinus)*, łączący się z tylną krawędzią blaszki poziomej kości podniebiennej i w ten sposób znacznie przedłużający podniebienie twarde ku tyłowi.

17. Ż u c h w a *(mandibula s. dentale)*. Mało która z kości czaszki była przedmiotem tak licznych i wielostronnych badań jak, właśnie tak

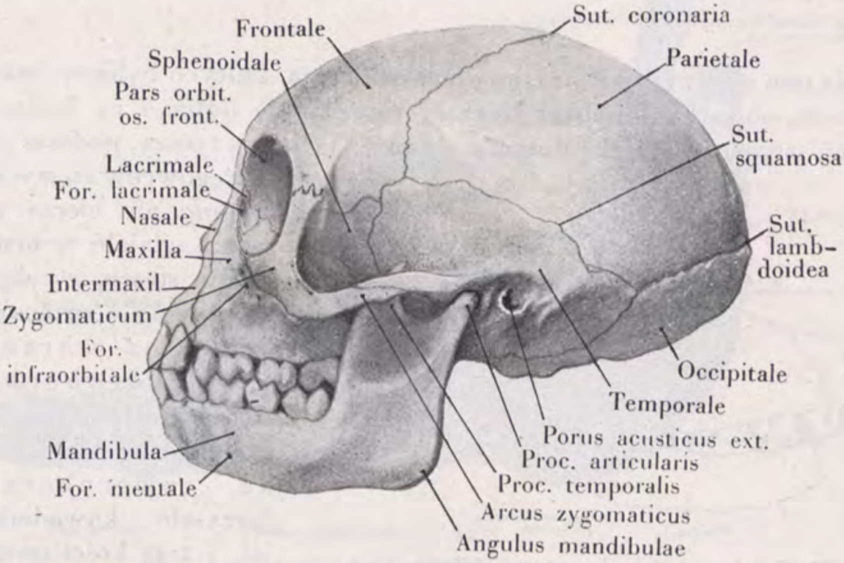


Rys. 229. Czaszka — j e ż a *(Erinaceus)* wykazuje wszystkie cechy budowy czaszki pierwotnej Owadożernych (Czaszka wydłużona i spłaszczona por. z rys. 230!). Pozatem uderza brak jakiegokolwiek odgraniczenia między oczodołem i dołem skroniowym, obecność silnego wyrostka kątowego *(proc. angularis)* żuchwy, autonomja k. międzyciemieniowej *(interparietale)*, drobne rozmiary k. jarzmowej, silny rozwój k. międzyszczękowej i t. d.

pozornie prosta w swej budowie, — ż u c h w a... Otóż, złożyło się na to wiele okoliczności, które w streszczeniu postaramy się tu przedstawić!

Wiemy już z rozwoju trzewioczaszki, iż żuchwa powstała, jako kość pokrywowa, rozwijająca się dookoła c h r z ą s t k i M e c k e l a, stano-

wiącej ongiś część łuku żuchwowego (rys. 111). Wcześniej albo później chrząstka ginie bezpowrotnie, a zadanie jej przejmuje w zupełności nowoutworzona kość skórna. Tak się przedstawia sprawa u ssaków. U kręgowców niższych (aż po gady włącznie) chrząstka Meckela zostaje również powoli wyparta przez tkankę kostną pochodzenia skórnego, ale która nie ogranicza się do utworzenia jednej jedynej — kości zębowej *(dentale)* odpowiadającej żuchwie, lecz jest podłożem, na którem rozwija się cały szereg jednostek kostnych. Jest ich



Rys. 230. Czaszka — szympansa *(Anthropopithecus troglodytes* L.), widziana zboku. Czaszkę *Antropomorphae,* do których należy właśnie szympans, cechuje: duża pojemność jamy czaszkowej powodująca uniesienie sklepienia czaszki, zupełne odgraniczenie oczodołu od dołu skroniowego za pośrednictwem blaszki k. jarzmowej spajającej się z k. klinową, niedorozwój trzewioczaszki licząc w nią i żuchwę, której okolica bródkowa nie tworzy tak charakterystycznej dla współczesnych *Hominidae* — wyniosłości bródkowej *(protuberantia mentalis).* Por. ze stosunkami cechującemi czaszkę ludzką (rys. 137). Ze zbiorów prof. dr. Edwarda Lotha.

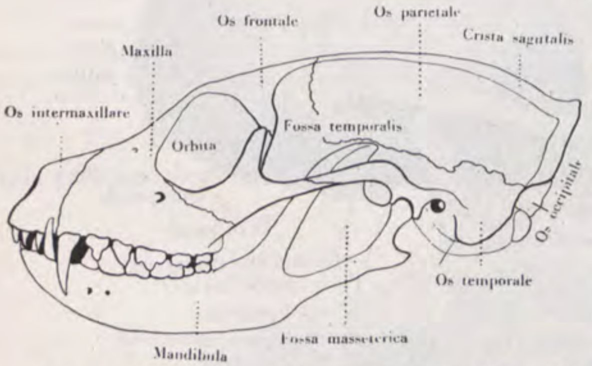
najczęściej cztery, (choć bywa i znacznie więcej). Są to: — kość zębowa *(dentale),* — kość kątowa *(angulare),* — kość nadkątowa *(goniale)* i — kość stawowa *(articulare)* (rys. 111). Zpośród owych czterech kości, jedynie — kość zębowa *(dentale)* pozostaje u ssaków w dalszym ciągu na usługach układu szczękowego, albowiem pozostałe już we wczesnych okresach życia płodowego tracą całkowicie swą poprzednią rolę i zostają wciągnięte w obręb narządu słucho-

wego, przyczem z — *angulare* powstaje — kość bębenkowa; a z — *articulare* i z — *goniale* — młoteczek *(malleolus)*.

Jasnem jest więc, iż niedopuszczalnem się staje utożsamianie żuchwy kręgowców niższych z żuchwą ssaków, albowiem żuchwa tych ostatnich odpowiada jednemu tylko składnikowi żuchwy niessaków — kości zębowej *(dentale)*.

Pewien wyłom w tem ogólnem prawidle stanowi swoista gałąź gadów wykopaliskowych — ✝ *Theriodontia,* które i w budowie żuchwy wykazują uderzające podobieństwo do stosunków panujących u tych ostatnich. Była już o tem mowa w tomie pierwszym, w rozdziale poświęconym charakterystyce ssaków.

Na tem nie koniec! Poważne przekształcenia, których byliśmy świadkami na obszarze chrząstki Meckela, musiały się odbić i na budowie stawu łączącego szczękę dolną z czaszką. W samej rzeczy, podczas gdy u kręgowców niższych — *dentale* nie bierze zupełnie udziału w utworzeniu stawu, a rolą tą obarcza się — *articulare* łącząca się z — chrząstką czworoboczną *(quadratum)* u ssaków zarówno — chrząstka czworoboczna (przyszłe kowadełko!) jak i trzy kości szczęki przenoszą się w obręb narządu słuchowego, a pozostająca *dentale*, którą obecnie nazwiemy już — żuchwą zdobywa sobie zupełnie nową łączność z czaszką, a mianowicie z — kością skroniową. Z powyższego wynika, że staw żuchwowy ssaków (staw: dentale — kość skroniowa!) nie winien być w żadnym razie utożsamiany ze stawem żuchwowym innych kręgowców!

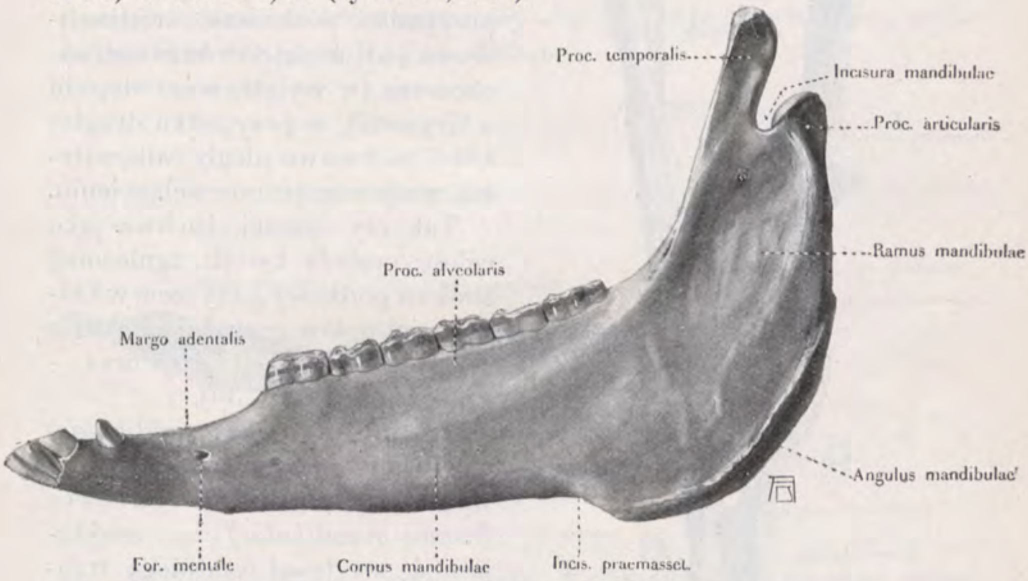


Rys. 231. Czaszka — kuny domowej *(Martes foina* L.). Jakkolwiek tchórz i kuna należą do tej samej podrodziny *Mustelinae* to jednak w budowie czaszki ich zachodzą dosyć duże różnice. Tyczy się to głównie odgraniczenia oczodołu od dołu skroniowego i rozmiarów tego ostatniego. Zwraca również uwagę odmienne ukształtowanie wyr. skroniowego *(proc. temporalis)* żuchwy.

A teraz kilka słów o morfogenetyce żuchwy ssaków. O czynnikach, które zaważyły na jej kształcie, wielkości, stosunkach!

Jak już wynika z samej nazwy anatomoporównawczej *(dentale!)*, żuchwa jest kością, której głównem przeznaczeniem jest stworzenie trwałego oparcia dla zębów dolnych. To jest jej główne zadanie, przed

którem wszelkie inne możliwe czynniki schodzą na plan bardzo daleki. Istotnie, żuchwa w czasie nagryzania pokarmu jest stale poddawana ciśnieniu za pośrednictwem zębów i ciągnieniu przez mięśnie żwaczowe, naskutek czego przybiera kształty, które każdorazowo odpowiadają ściśle warunkom mechanicznym, którym ona podlega. Inne są one u ssaków pobierających pokarm roślinny, inne u mięsożernych i wszystkożernych i jeszcze inne u tych, u których rozcieranie pokarmu w jamie ustnej niema miejsca (rys. 194, 229).



Rys. 232. Żuchwa — k o n i a, widziana od zewnątrz.
Z dwóch powierzchni przyczepowych mięśni żwaczowych żuchwy — wyr. skroniowego *(proc. temporalis)* i — powierzchni żwaczowej *(facies masseterica)* gałęzi u Koniowatych, jako u ssaków roślinożernych, jest silnie rozwinięta li tylko powierzchnia żwaczowa, natomiast wyr. skroniowy jest słabo rozwinięty (roślinożerne nie otwierają szeroko szpary ustnej!). Zgoła odmiennie jest zbudowana żuchwa Mięsożernych jak to widać na rys. 235.

Tak więc rodzaj pożywienia, a przeto poniekąd i tryb życia znajdują swe odzwierciadlenie w ukształtowaniu tej kości. Pod tym kątem widzenia patrząc każda z cech żuchwy nabierze życia i barwy, staje się ogniskiem, w którem skupiła się cała jej długa historja i bieżące dzisiaj.

Ż u c h w a *(mandibula)*, jedyna kość czaszki posiadająca z nią połączenie ruchome (staw żuchwowy!), składa się zasadniczo z dwóch symetrycznych — k o ś c i ż u c h w o w y c h *(ossa mandibularia)*, związanych ze sobą naprzedzie za pośrednictwem — s p o j e n i a ż u c h w o w e g o *(symphysis mandibularis)*. Tkanka łączna spojeniowa może po-

zostawać w stanie niezmiennym przez całe życie (Przeżuwacze, Mięsożerne, Gryzonie) lub też ulega skostnieniu już w okresie pierwszego roku życia (Naczelne, Koniowate, Świniowate), a wtedy kosztem samodzielnych kości żuchwowych powstaje jedna i niepodzielna jednostka kostna — **ż u c h w a**. Jasnem jest, iż podczas gdy w pierwszym przypadku ruchomość śródżuchwowa jest, mniej lub bardziej, zachowana (w wyjątkowym stopniu u Gryzoni!), w przypadku drugim kości żuchwowe uległy całkowitemu, wzajemnemu unieruchomieniu.



Rys. 233. Żuchwa — k o n i a, widziana od góry.
A — płytka spojeniowa, B — rozwór żuchwowy *(hiatus mandibularis)*, C — oś główki żuchwy.
U *Quadrupeda* kości żuchwowe spotykają się ze sobą naprzedzie pod kątem ostrym, naskutek czego żuchwa oglądana od góry ma postać równoramiennego trójkąta. U *Antropomorphae* i u *Hominidae* żuchwa posiada kształt podkowy.

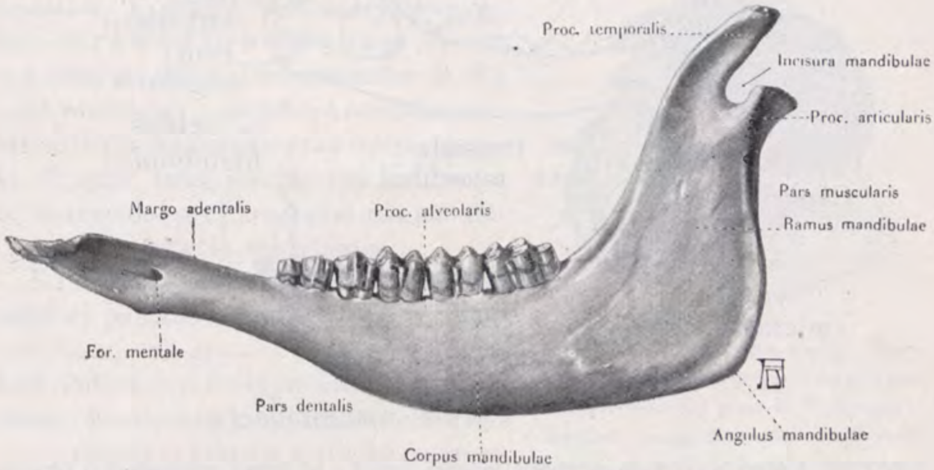
Tak czy inaczej, żuchwa jako całość posiada kształt zgniecionej zboków podkowy, przyczem w każdej z jej połów rozróżniamy dwie zasadnicze części — t r z o n oraz — g a ł ę ź (rys. 233, 234).

T r z o n e m *(corpus mandibulae)* nazywamy odcinek przedni żuchwy pokryty zębami, — g a ł ę z i ą *(ramus mandibulae)* część znajdująca się wtyle od ostatniego trzonowca, a która służy do połączenia z czaszką i dla przyczepu mięśni unoszących żuchwę — mięśni żwaczowych. Z powyższego wynika, że trzon możnaby z równem powodzeniem ale z większem uzasadnieniem nazwać — c z ę ś c i ą z ę b o w ą *(pars dentalis* R. P.), żuchwy, gałęź zaś — c z ę ś c i ą m i ę ś n i o w ą *(pars muscularis* R. P.).

T r z o n ma kształt wydłużonej raczej wysokiej szerokiej i w przybliżeniu pionowej blaszki, spajającej się z trzonem strony przeciwnej we wspomnianem powyżej spojeniu żuchwowem *(symphysis mandibularis)*. W miejscu połącze-

nia — część spojeniowa trzonu przybiera u *Quadrupeda* postać szerokiej i grubej płytki, położonej w płaszczyźnie ciągnącej się ukośnie wdół i ku tyłowi (rys. 233).

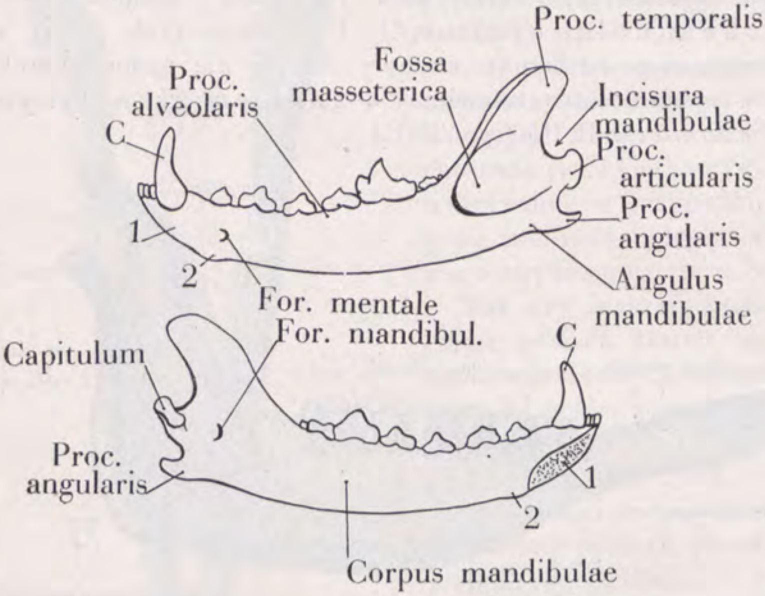
W — płytce spojeniowej *(lamina symphyseos* R. P.) rozróżniamy: zwróconą ku górze i rynienkowato wyżłobioną — powierzchnię górną *(facies sup.)* oraz lekko wypukłą i cofającą się — powierzchnię dolną *(facies inf.)*. U Mięsożernych płytkę spojeniową odgranicza od trzonu żuchwy drobne ale nader charakterystyczne wzniesienie które nazwiemy — guzkiem granicznym *(tuberculum terminale* R. P.) (rys. $235._2$).



Rys. 234. Żuchwa — krowy, widziana zboku. W przeciwieństwie do stosunków charakteryzujących Koniowate, u których płytka spojeniowa *(lamina symphyseos)* jest raczej opuszczona, tym razem, a więc u Przeżuwaczy, jest ona uniesiona.

Zgoła odmienne ukształtowanie posiada płytka spojeniowa u człowieka współczesnego, albowiem u najstarszych z ras ludzkich wykopaliskowych w t. zw. — rasie Heidelberżańskiej *(»Homo Heidelbergensis«)* stosunki płytki przypominają zachowanie się jej u innych ssaków (rys. 239). Otóż, u człowieka współczesnego (rys. 240) płytka spojeniowa jest ustawiona zupełnie pionowo, a część jej dolna nabrzmiała wysuwa się ku przodowi tworząc charakterystyczną t.zw. — wyniosłość bródkową *(protuberantia mentalis)*, stanowiącą podłoże kostne dla wyniosłości twarzowej, zwanej — podbródkiem *(mentum)*. Żaden z innych ssaków wyniosłości bródkowej, a przeto i podbródka nie posiada, w przeciwieństwie więc do człowieka, jako — »istoty podbródkowej« mogą one uchodzić jako istoty — bezbródkowe *(amentualia)* (p. tom I, str. 92). Tak charaktery-

styczna dla rodu ludzkiego wyniosłość bródkowa powstała prawdopodobnie, w związku z uwstecznieniem się uzębienia, przyczem rolę zębów jako broni przejęło bardziej groźne i niebezpieczne narzędzie, jakiem jest niebywale rozwinięte mózgowie. Należy zaznaczyć, że geneza podbródka nie jest jednak dotychczas dostatecznie wyjaśniona[1]).



Rys. 235. Żuchwa psa, widziana zboku (rysunek górny) i od strony przyśrodkowej (rysunek dolny).

1 — *symphysis mandibularis*, 2—*tbc. terminale.* Zwrócić szczególną uwagę na: łukowaty profil krawędzi dolnej żuchwy, na wysokość wyrostka skroniowego *(proc. temporalis)* i wyrostka stawowego *(proc. articularis)* i wreszcie na obecność — wyrostka kątowego *(proc. angularis)*, kierującego się ku tyłowi a który u Torbaczy jest mocno wygięty dośrodkowo.

Wtyle od płytki spojeniowej znajdujemy jeden wzgl. kilka (np. u Mięsożernych, u Gryzoni, u Świniowatych) — otworów bródkowych *(forr. mentalia)* będących ujściami drążącego wnętrze trzonu — przewodu żuchwowego *(canalis mandibularis)* (rys. 233). Zakończenie przewodu, udające się w kierunku płytki spojeniowej, a właściwie do siekaczy dolnych i do kła nosi nazwę — przewodu sieka-

[1]) Ścierają się na tem polu dwa główne kierunki anatomiczne. A więc, według jednych autorów wyniosłość bródkowa zawdzięcza swe pochodzenie pewnemu uwstecznieniu uzębienia i wyrostka zębodołowego żuchwy, według drugich miałaby ona być w związku z nabyciem przez człowieka mowy artykułowanej. Zdaje się jednak że żaden z tych poglądów nie dociera do jądra zagadnienia i że można zastosować tutaj słowa Spencera: *Tylko to, co nie było przewidziane dzieje się istotnie....*

czowego dolnego *(canalis incisivus inf.)*. Zarówno sam przewód żuchwowy, jak i przedłużenie jego—przewód siekaczowy służą do przeprowadzania naczyń i nerwów, udających się do zębów i do dziąseł.

Krawędź górna trzonu stanowi t.zw. — wyrostek zębodołowy *(proc. alveolaris)* (rys. 235), w którym widnieje szereg jamek, przeznaczonych do pomieszczenia korzeni zębowych — zębodoły *(alveoli)*. U *Equidae*, u *Ruminantia*, u *Rodentia*, a w stopniu znacznie mniejszym i u innych ssaków (za wyjątkiem Naczelnych), część wyrostka zębodołowego położona między pierwszym przedtrzonowcem i kłem jest pozbawiona zębodołów, a przeto jest opisywana jako — krawędź bezzębna żuchwy *(margo adentalismandibulae* R. P.).

O obecności podobnej krawędzi bezzębnej była wzmianka przy opisie szczęki. Pragnę tutaj jeszcze raz zaznaczyć że znaczenie owej krawędzi nie jest dotychczas należycie wyjaśnione.



Rys. 236. Próba odtworzenia głowy ✝ Neandertaleńczyka *(✝ Homo Neandertalensis)* przez H. F. Osborn'a. Zwrócić uwagę na: spłaszczenie czoła i nosa, na brak podbródka *(mentum)*, oraz na prognatyzm całego zespołu szczękowego.

Krawędź dolna trzonu jest najczęściej pałąkowata ku dołowi wygięta i wykazuje na granicy z gałęzią, u ssaków obdarzonych silnym żwaczem (Gryzonie, Koniowate), wyraźne — wcięcie przedżwaczowe *(incisura praemasseterica)* wyczuwalne poprzez powłoki skórne u ssaka żywego (rys. 147). Wyjątkowo silnie zaznaczonem wcięciem przedżwaczowem odznaczały się: wykopaliskowy hipopotam, ✝ *Dinohyus*, ✝ *Ancodus*, ✝ *Platygonus* i in.

Tyle o powierzchni zewnętrznej trzonu.

Co się tyczy — powierzchni dośrodkowej *(facies med.)* trzonu, to widnieje na niej zazwyczaj słabo wyrażony, ciągnący się podłużnie, — grzebień żuchwowognykowy *(crista s. linea mylohyoidea)*, służący dla przyczepu m. żuchwowognykowego.

Obydwie połowy trzonu ograniczają swemi powierzchniami przyśrodkowemi trójkątny — rozwór żuchwowy *(hiatus mandibularis)* i spotykają się naprzedzie pod kątem ostrym zwanym — kątem spojeniowym *(angulus symphyseos* R. P.). U *Primates* a przedewszystkiem u *Hominidae* naskutek skrócenia żuchwy kąt przybiera postać szeroko rozwartego, podkowiastego — łuku spojeniowego *(arcus symphyseos* R. P.).

Gałęź żuchwy *(ramus mandibulae)* ma postać szerokiej blaszki, odchodzącej od trzonu ku górze prawieże pod kątem prostym. Kończy się ona wgórze dwoma wyrostkami, przedzielonemi owalnem — wcięciem żuchwowem *(incisura mandibularis)* (rys. 235).

Wyrostek leżący wtyle od wcięcia i zazwyczaj znacznie niższy nosi nazwę — wyrostka stawowego *(proc. articularis s. proc. condyloideus)*. Rozróżniamy w nim przewężony odcinek wstępny — szyjkę *(collum)* oraz zakończenie — główkę *(capitulum)*. Powierzchnia główki jest zupełnie gładka co wskazuje, iż stanowi powierzchnię stawową, a ponieważ prawidłowo jest ona osadzona w dole żuchwowym kości skroniowej *(fossa mandibularis)*, a przeto kształtem swym w mniejszym lub w większym stopniu odpowiada kształtowi dołu, co jest samo przez się zrozumiałe.

Zasadniczo rzecz biorąc ukształtowanie główki jest w ścisłym związku z rodzajem ruchów wykonywanych podczas nagryzania pokarmu. A więc, u Mięsożernych główka ma postać odcinka poziomo i poprzecznie ustawionego walca, u Gryzoni i u Słoniowatych ma kształt walca ustawionego strzałkowo, u Przeżuwaczy siodełka i wreszcie u wszystkożernych odcinka jaja. O ruchach wykonywanych w stawie żuchwowym była mowa przy opisie łuski kości skroniowej.

Drugi z wyrostków, szerszy i bardziej wysunięty ku przodowi, jest — wyrostkiem skroniowym *(proc. temporalis s. proc. coronoideus)*. Ma on kształt lekko wygiętej ku tyłowi blaszki, długość której i szerokość jest w prostym stosunku do stopnia rozwoju mięśnia skroniowego, który się na tym wyrostku kończy. Ze względu na to, iż powyższy mięsień, jako jeden z mięśni, unoszących żuchwę, nie stawia przeszkód szerokiemu otwarciu szpary ustnej, jest więc on zawsze lepiej rozwinięty u istot mięsożernych, pobierających pokarm w wielkich kawałach. Z powyższego wynika iż z wielkości wyrostka skroniowego możemy wyciągnąć z pewnem prawdopodobieństwem wnioski dotyczące trybu życia, jakie dany ssak prowadzi. Rozumie się samo przez się, iż głębokość wcięcia żuchwowego zależy w pierwszym rzędzie od stopnia wykształcenia wyrostka skroniowego i od długości wyrostka stawowego. Ze względu na to że wspomniany powyżej mięsień skroniowy *(m. temporalis)* rozpoczyna się na ścianach — dołu skroniowego *(fossa temporalis)* (rys. 147) staje się więc zupełnie wyraźną współzależność między wielkością wyrostka skroniowego żuchwy i rozległością dołu skroniowego.

W miejscu spotkania krawędzi dolnej gałęzi z jej krawędzią tylną widnieje, mniej lub bardziej, zaokrąglony — kąt żuchwowy *(angulus mandibulae)*. U Mięsożernych, u Gryzoni, u Torbaczy, i u niektó-

rych innych ssaków od kąta odchodzi ku tylowi — wyrostek kątowy *(proc. angularis)*, służący do przyczepu dla m. skrzydłowego wewnętrznego (rys. 236, 237).

Należy zaznaczyć, że o ile chodzi o Torbacze, ów wyrostek kątowy ma postać szerokiej płytki i jest mocno wygięty dośrodkowo. Stąd, jego wielkie znaczenie taksonomiczne. Z obecności wzgl. braku owego wyrostka wnioskować można przeto o wielkości wymienionego mięśnia, a zatem i o rodzaju ruchów wykonywanych przez żuchwę (rys. 235).

Krawędź dolna żuchwy, położona tuż przed wyrostkiem kątowym (rys. 236, 237), wykazuje łukowate wcięcie, które nazywam — wcięciem przedkątowem *(incisura praeangularis* R. P.), nadającem całej żuchwie nader charakterystyczną postać (por. z budową żuchwy u roślinożernych!).

Morfologja krawędzi dolnej trzonu żuchwy jest rozdziałem kranjologji raczej mało znanym, aczkolwiek bywa niezwykle urozmaicona, a przeto mogąca mieć duże znaczenie taksomiczne. Jednym z ciekawszych szczegółów owej krawędzi jest obecność bezimiennego wyrostka, odchodzącego wdół od różnych punktów krawędzi. Wyrostek taki spotykamy u wykopaliskowych: ✝ *Dinohyus*, ✝ *Uintatherium*, ✝ *Bathyopsis*, ✝ *Elotherium* i u wielu innych. Znaczenie tego wyrostka pozostaje niewyjaśnione.

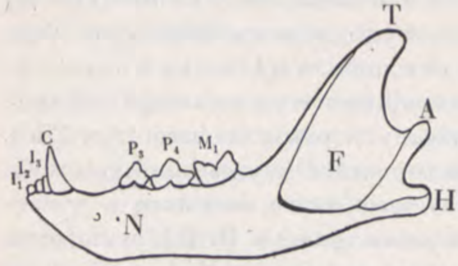
Część pozostała gałęzi wraz z wyrostkiem kątowym stanowi t. zw. — blaszkę mięśniową *(lamina muscularis*[1]) R. P.). Rozróżniamy na niej — powierzchnię zewnętrzną, — powierzchnię dośrodkową oraz — krawędź dolną.

Powierzchnia zewnętrzna *(facies externa)* blaszki wykazuje, mniej lub bardziej, wyraźne nierówności, spowodowane przyczepem mięśnia żwacza *(m. masseter)*, a przeto nosi ona nazwę — guzowatości żwaczowej *(tuberositas masseterica)*. U Mięsożernych i u Gryzoni guzowatość zastępuje rozległy i głęboki — dół żwaczowy *(fossa masseterica)*, ograniczony od przodu i od dołu przez wyraźny, ostry — grzebień żwaczowy *(crista messeterica* R. P.), zmierzający łukowato od krawędzi przedniej wyrostka skroniowego aż po podstawę wyrostka kątowego (rys. 235 i 237).

Kierunek krawędzi dolnej blaszki mięśniowej jest w ścisłym związku z wysokością blaszki, ta zaś jest uzależniona od stopnia rozwoju mięśnia żwacza. Mięsień ten, o którym już była kilkakrotnie mowa, należy do

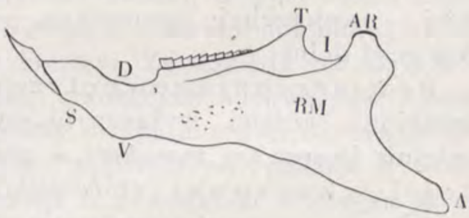
[1]) Z powyższego wynika że pod nazwą — blaszka mięśniowa należy rozumieć całą gałęź żuchwy za wyjątkiem wyrostka skroniowego i wyrostka stawowego. Wprowadzenie nowego określania tłumaczę tem że właśnie ta część żuchwy jest pod najbardziej wybitnym wpływem umięśnienia, że wprost jest jego »funkcją«.

zespołu — mięśni żwaczowych, t. j. mięśni unoszących żuchwę, a które przeto służą do miażdżenia pokarmu. Mięsień żwacz jest silnym mięśniem ale którego krótkie włókna uniemożliwiają szerokie otwarcie szpary ustnej. Nic więc dziwnego, iż jest on lepiej rozwinięty u ssaków roślinożernych wzgl. pobierających pokarm mieszany, naskutek czego blaszka gałęziowa jest u nich wyższa, a krawędź dolna tworzy łagodny łuk wypukłością skierowany ku dołowi. Wręcz odmienną postać posiada owa krawędź u ssaków mięsożernych. Istotnie, naskutek pewnego niedorozwoju m. żwacza (zastępuje go czynnościowo m. skroniowy!) blaszka jest znacznie niższa, a krawędź dolna jej zarysowywuje się pod postacią łuku, zwróconego wypukłością ku górze. Powstaje w tem miejscu charakterystyczne — w c i ę c i e p r z e d k ą t o w e *(incisura praeangularis* R.P.), o którem była wzmianka uprzednio. W ten sposób powstaje charakterystyczny dla Mięsożernych esowaty kształt podstawy żuchwy. O — w c i ę c i u p r z e d ż w a c z o w e m *(incisura praemasseterica)* oczywiście nie może być w tych warunkach mowy. Posiadają je natomiast ssaki o dobrze rozwiniętym żwaczu, a więc np. Gryzonie, Koniowate, Świniowate i t. d.



Rys. 237. Żuchwa k o t a, widziana zboku. N — otwory bródkowe; F — dół żwaczowy; T — wyr. skroniowy; A — wyr. stawowy; H — wyr. kątowy. I_1, I_2, I_3 — siekacze dolne; C — kieł; P_3, P_4 — przedtrzonowce; M_1 — trzonowiec dolny. Por. skróconą żuchwę Kotowatych z wydłużoną żuchwą Psowatych (rys. 235).

U k s z t a ł t o w a n i e — k r a w ę d z i t y l n e j (*margo post)* gałęzi bywa bardzo różnorodne (rys. 237, 238, 239, 240). Do szczegółów nienotowanych należy obecność charakterystycznego wyrostka u wielbłąda (rys. 200), — w y r o s t k a k r a w ę d z i o w e g o *(proc. marginalis* R. P.), położonego w pobliżu wyrostka stawowego.



Rys. 238. Żuchwa — ś w i n k i m o r s k i e j *(Cavia porcellus* L.), widziana zboku jako przykład atypowego ukształtowania żuchwy, w danym przypadku b. charakterystycznego dla Gryzoni.
D — *margo adentalis;* S — *lamina symphyseos;* V — *tbc. terminale* R. P.; RM — *ramus mandibulae;* I — *incisura mandibulae;* T — *proc. temporalis;* AR — *proc. articularis*; A — *proc. angularis.*

O wiele uboższą w cechy charakterystyczne jest — powierzchnia dośrodkowa *(facies medialis)* blaszki mięśniowej. Widnieje na niej, na dnie owalnego wgłębienia, — otwór żuchwowy *(for. mandibulare)* (rys. 235), który prowadzi do — przewodu żuchwowego *(canalis mandibularis)*, drążącego cały trzon żuchwy aż po blaszkę spojeniową. W okolicy przedtrzonowców, albo w pobliżu kła, jak to ma miejsce u *Artiodactyla*, u *Equidae*, a częściowo i u *Suidae* od naczyń i nerwów wypełniających przewód żuchwowy, odrywają się gałązki, które porzucają żuchwę przez wspomniany powyżej — otwór bródkowy *(for. mentale)*.



Rys. 239. Żuchwa ✝ *Hominis heidelbergensis* Schoetensack, widziana zboku (wg. O. Abel'a). Zasługuje na szczególną uwagę: brak wyniosłości bródkowej, płytkość wcięcia żuchowego oraz szerokość gałęzi żuchwy. Patrz tom I, str. 90 i por. z rys. 240.

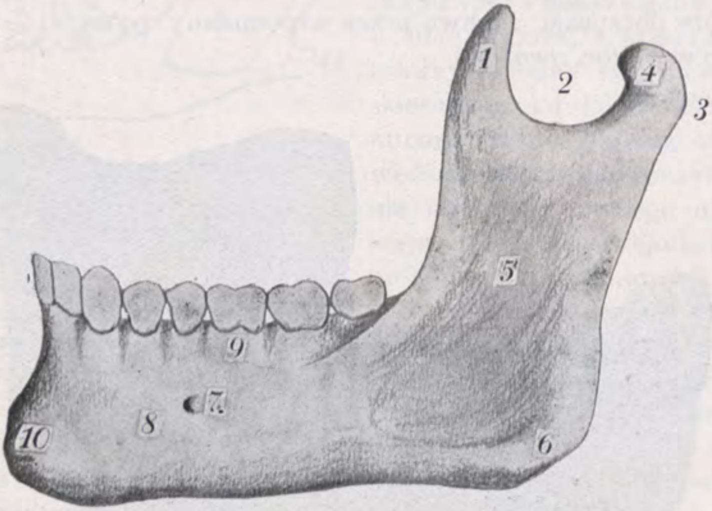
Część blaszki otaczającej otwór żuchwowy wykazuje podobnie jak i jej powierzchnia zewnętrzna szereg nierówności, spowodowanych przyczepem mięśnia skrzydłowego wewnętrznego *(m. pterygoideus int.)*, a które nazwiemy — guzowatością skrzydłową *(tuberositas pterygoidea)*.

Powracając do kształtu całej blaszki mięśniowej należy nadmienić, iż poza wysokością jej należy również zwrócić uwagę i na jej szerokość. Z tego co już wiemy wywnioskować nie trudno, że ta ostatnia jest uzależniona od stopnia rozwoju m. żwacza. Za jaskrawy przykład powyższego może służyć porównanie blaszki człowieka pierwotnego *(✝ Homo Heidelbergensis)* (rys. 239) o potężnie rozwiniętych

mięśniach żwaczowych, z blaszką — c z ł o w i e k a w s p ó ł c z e s n e g o *(Homo recens)* (rys. 240).

S t a w ż u c h w o w y *(art. mandibularis)* jest stawem jamowym, łączącym główkę żuchwy z łuską kości skroniowej.

Jak już była wzmianka powyżej, bezpośrednie powiązanie kości zębowej *(dentale)* z czaszką *(squamosum)* stanowi jedną z najbardziej



Rys. 240. Żuchwa — c z ł o w i e k a w s p ó ł c z e s n e g o, widziana z boku (por. z rys. 239). 1. *proc. temporalis;* 2. *incisura mandibularis;* 3. *proc. articularis;* 4. *capitulum proc. artic.;* 5. *facies masseterica;* 6. *angulus mandibulae;* 7. *for. mentale;* 8. *corpus mandibulae;* 9. *proc. alveolaris;* 10. *protuberantia mentalis.*

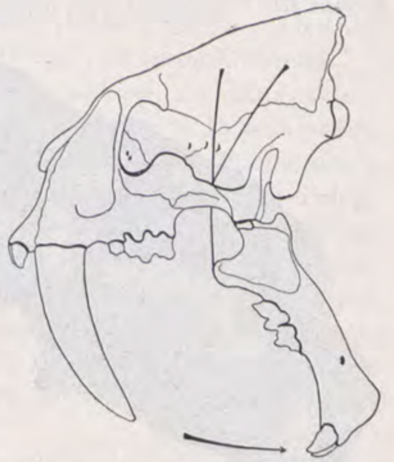
charakterystycznych cech ssaków, albowiem u wszystkich pozostałych kręgowców połączenie to ma miejsce między kością stawową *(articulare)* i kością czworoboczną *(quadratum)*.

N o n m a m m a l i a:	*M a m m a l i a:*
quadratum	*squamosum*
articulare	*incus (quadratum)*
dentale — angulare — goniale	*dentale* — *tympanicum (angulare)*
	malleus (articulare)

»Wycofane« z pierwotnej żuchwy — *angulare* i — *articulare* podobnie jak i — *quadratum* straciły wszelki związek ze stawem żuchwo-

wym i weszły w skład narządu słuchowego (rys. 111 i załączony diagram stosunków).

W skład powierzchni stawowej kości skroniowej wchodzą: — dół żuchwowy *(fossa mandibularis)* kości skroniowej, — powierzchnia przednia wyrostka zapanewkowego *(proc. postglenoidalis)*[1]) oraz — guzek stawowy *(tbc. articulare)*. Jak wszystkie zresztą powierzchnie stawowe, są one również pokryte przez cienką warstwę chrząstki stawowej. Należy zauważyć, iż z trzech tych składników, jedynie dół żuchwowy występuje stale u wszystkich ssaków, podczas, gdy dwa pozostałe świadczą o, mniej lub bardziej, zróżnicowanej czynności stawu żuchwowego, a przeto wykazują znaczne odchylenia u poszczególnych rzędów ssaków. Ze strony żuchwy w budowie stawu bierze udział jej — główka *(capitulum mandibulae)* wyrostka stawowego, pokryta cienką warstwą chrząstki.



Rys. 241. ✝ *Smilodon californicus* (naśl. wg. W. D. Matthew). Naskutek niebywałego przerostu kłów górnych u tego przedstawiciela pleistoceńskich ✝ *Machairodontinae* (p. tom I, str. 29) otwieranie ust musiało mieć znacznie większy zakres aniżeli u współczesnych Kotowatych. Należy przyjąć że było to możliwe nietylko przez opuszczanie żuchwy ale i przez jednoczesne podnoszenie całej głowy. Linje czarne ciągnące się od dołu skroniowego do wyrostka skroniowego żuchwy symbolizują przebieg mięśnia skroniowego *(m. temporalis)*.

Torebka stawowa *(capsula articularis)* stawu żuchwowego otacza cały staw nakształt mankietu, przymocowywując się wgórze wzdłuż krawędzi chrząstki stawowej, a wdole na szyjce żuchwy. Cienką ściankę torebki wzmacnia od zewnątrz — więzadło boczne *(lig. laterale)*, a od tyłu — więzadło tylne *(lig. posterius)*. Więzadło boczne jest słabo wyrażone u Przeżuwaczy, podobnie jak więzadło tylne u Mięsożernych. Poza więzadłami, równowagę statyczną stawu zapewnia szereg mięśni okolicznych, a przedewszystkiem m. żwacz i m. skrzydłowy wewnętrzny i wreszcie ciśnienie atmosferyczne.

---

[1]) U Mięsożernych wyrostek zapanewkowy bywa niekiedy tak silnie wygięty swym końcem ku przodowi, że główka żuchwy jest dosłownie uwięziona powierzchniami stawowemi kości skroniowej, skąd niezawsze udaje się ją usunąć nawet po całkowitem usunięciu okolicznych tkanek miękkich.

Jamę stawową dzieli poziomo ustawiona — chrząstka śródstawowa *(discus articularis)* na dwa piętra — górne i — dolne przyczem — piętro górne *(scala sup.)* jest zawarte między powierzchnią stawową kości skroniowej i chrząstką, natomiast — piętro dolne *(scala inf.)* oddziela ową chrząstkę od główki żuchwy. Chrząstka śródstawowa ma kształt owalnej, dwuwklęslej soczewki, obwodem swym przymocowywującej się do ścian torebki.



Rys. 242. ✝ *Smilodon californicus* (wg. O. Abel'a). Groźny ten drapieżnik pleistoceński, naskutek niebywałego przerostu swych kłów górnych, nie mógł inaczej atakować swą ofiarę jak z pewnego podniesienia i nieinaczej jak wbijając swe szablowate kły od góry ku dołowi, w kark napastowanego zwierzęcia.

Mechanika stawu żuchwowego. Jak we wszystkich innych stawach, tak i w stawie żuchwowym ruchy w nim wykonywane, są ściśle uzależnione od ukształtowania odnośnych powierzchni stawowych. Oczywiście, iż z punktu widzenia genetycznego powyższą zasadę należałoby odwrócić albowiem czynnikiem ostatecznie rzeźbiącym, kształtującym, powierzchnie stawowe są właśnie same ruchy, albo innemi słowy sposób bytowania danej istoty.

W przypadku specjalnym stawu żuchwowego, współzależności bjologicznomorfologiczne dadzą się ująć pod postacią następującego wzoru:

sposób przerabiania pokarmu w jamie ustnej — budowa zębów — stan rozwoju mięśni żwaczowych — ukształtowanie stawu żuchwowego.

Na podstawie powyższego, znając jedno z jego ogniw jesteśmy w stanie, z wielkiem przybliżeniem, odtworzyć lub przewidzieć charakter ogniw pozostałych. Wszystkie możliwe ruchy stawu żuchwowego dadzą się sprowadzić do trzech ruchów zasadniczych: 1) — ruchy pionowe (orthalne), polegające na opuszczaniu i unoszeniu żuchwy, przyczem wykonywane są one dookoła osi ciągnącej się poprzecznie poprzez obydwie główki żuchwy. Należy zaznaczyć, iż ruchy orthalne są ruchami najpierwotniejszemi, występującemi u wszystkich kręgowców i że są najpowszechniejszemi; 2) — ruchy ósemkowate albo rozcierające. W typie tym żuchwa przesuwa się naprzemian zprawa nalewo i odwrotnie, a osie ruchów ciągną się pionowo poprzez główki żuchwowe (przy ruchu na prawo oś przechodzi przez prawą główkę żuchwy i vice versa!), 3) — ruchy postępowe (propalinalne) polegają na wysuwaniu żuchwy ku przodowi i cofaniu jej wstecz.

Pierwszy typ ruchów, czyli ruchy orthalne charakteryzują specjalnie Mięso-

żerne, ruchy poprzeczne posiadają największe zastosowanie u Przeżuwaczy, występują jednak u wszystkich roślinożernych, a w stopniu słabym i u wszystkożernych i wreszcie ruchy propalinalne cechują Gryzonie i Słoniowate.

Staw śródżuchwowy *(art. intramandibularis).* Pod nazwą tą rozumiemy chrząstkozrost, łączący obydwie połowy żuchwy a zwany również — spojeniem żuchwowem *(symphysis mandibularis).* Chrząstkozrost ten wykazuje u większości ssaków wyraźną skłonność do przedzierzgnięcia się w kościozrost i tylko u Przeżuwaczy, u Mięsożernych, u Owadożernych, u Gryzoni (u *Simplicidentata!*), a zpośród Torbaczy u *Phalangeridae,* pozostaje poprzez ciąg całego życia w stanie niezmienionym. Ruchomość tego stawu nie jest jednak u wszystkich wymienionych ssaków jednakowa. W samej rzeczy, jeżeli u Mięsożernych i u Przeżuwaczy sprowadza się ona do nikłych przesunięć, nie posiadających prawdopodobnie większego praktycznego znaczenia, zupełnie odmiennie sprawa się przedstawia u — *Soricidae (Insectivora)* i u *Simplicidentata* (np.: *Sciurus, Castor, Mus, Cavia* i t. d.).

Istotnie, u ssaków tych spojenie żuchwowe przybiera postać chrząstkozrostu sprężystego, dzięki czemu mogą być w nim wykonywane ruchy o stosunkowo dużym zakresie. Polegają one na zbliżaniu gałęzi żuchwy i oddalaniu ich, przyczem za punkt oparcia służy krawędź tylna spojenia. Dzięki owym ruchom, które nazwiemy — ruchami rozwierającemi siekacze obu stron żuchwy oddalają się i naprzemian zbliżają się do siebie, powodując, o ile zdążyły uprzednio wydrążyć otwór w twardej skorupie owocu, rozsadzenie skorupki, co łatwo stwierdzić obserwując np.: wiewiórkę, otwierającą skorupy orzechów.

CZASZKA, JAKO CAŁOŚĆ.

Treścią niniejszego rozdziału ma być — topografja czaszki. Otóż, topografja czaszki, podobnie zresztą jak i topografja innych części ustroju ssaka stawia sobie za główne zadanie zwrócenie uwagi na pewne okolice ważniejsze pod względem praktycznym, a pozatem stanowi niezastąpioną zaprawę do scałkowania zdobytych uprzednio wiadomości. Będzie ona dla nas również ostatniem, pożegnalnem spojrzeniem na temat, który tak przodujące stanowisko zajmuje zawsze w anatomji.

Zanim jednak przystąpimy do analizy szczegółowej, nie zawadzi rzut oka ogólny na czaszkę, jako na całość (rys. 192).

Tak więc, w czaszce rozróżniamy szereg ścian, a mianowicie: — ścianę górną albo — sklepienie, ścianę dolną czyli — podstawę, dwie — ściany boczne i wreszcie ścianę tylną, czyli — tarczę karkową.

Sklepienie *(fornix)* rozpościera się od grzebienia karkowego górnego do krawędzi górnej otworu gruszkowatego i jest utworzone przez: kość międzyciemieniową, kości czołowe i nosowe, a niekiedy i przez łuskę kości skroniowej.

Należy zauważyć, iż u *Bovinae* naskutek niebywałego rozrostu kości czołowych kości ciemieniowe wraz z kością międzyciemieniową zostały całkowicie wyparte z obwodu sklepienia w obszar tarczy karkowej (rys. 150).

Poszczególne kości oddziela szereg szwów: — szew międzyciemieniowy *(sut. sagittalis)*, — szew międzyczołowy *(sut. interfrontalis s. sut. metopica.)*, — szew międzynosowy *(sut. internasalis)*, rozmieszczone we wzajemnem przedłużeniu, oraz trzy szwy poprzeczne — szew nosowoczołowy *sut. nasofrontalis)*, — szew wieńcowy czyli — szew czołowo-ciemieniowy *(sut. coronaria)* i wreszcie — szew ciemieniowopotyliczny *(sut. lambdoidea)*. Przypominam, iż z wymienionych szwów najwcześniejszemu zatarciu ulega szew międzyciemieniowy (rys. 137, 211).

W sklepieniu większości ssaków należy rozróżnić dwa odcinki zasadnicze: — odcinek przedni, stojący w ścisłym związku z jamą nosową — sklepienie nosowe *(fornix nasalis* R. P.) oraz — odcinek tylny, stanowiący pokrycie jamy czaszkowej, — sklepienie mózgowe *(fornix cerebralis)*. Za granicę obu odcinków może być uważany — szew nosowoczołowy *(sut. frontonasalis)*. U człowieka sklepienie mózgowe odcina się wyraźnie od sklepienia nosowego dzięki powstaniu wzdętej, prostopadłej ściany — czoła *(frons)* (rys. 137).

W przeglądzie sklepienia, szczególną uwagę zwrócimy na szczegóły następujące: — grzebień czołowy zewnętrzny *(crista frontalis ext.)*, odchodzący od wyrostka zaoczodołowego i przechodzący wtyle w — grzebień ciemieniowy *(crista parietalis)*, względnie w pośrodkowo ustawiony — grzebień strzałkowy *(crista sagittalis ext.)*. Powyżej krawędzi górnej oczodołu widnieje — otwór nadoczodołowy górny *(for. supraorbitale sup.)* często podzielony na szereg otworów wtórnych. Od wspomnianego otworu ciągnie się niekiedy ku przodowi płytki — rowek nadoczodołowy przedni *(sulcus supraorbitalis ant.)*, do którego dołącza się u *Bovinae* — rowek nadoczodołowy tylny *(sulcus supraorbitalis post.)* (rys. 211, 150).

U Przeżuwaczy od odcinka tylnego kości czołowej odchodzi kostny — narostek, który w zależności od pochodzenia, budowy i stosunku do powłok skórnych, daje się ująć w trzy zasadnicze postacie: narostek kosmatorogi, pełnorogi i pustorogi (rys. 157).

Podstawa czaszki *(basis cranii ext.)* obejmuje: odcinek przedni, stanowiący — podniebienie twarde *(palatum durum)* i odcinek tylny, utworzony głównie przez trzon i skrzydło skroniowe kości klinowej, przez część podstawną i okolicę płytki kości potylicznej i przez część bębenkową kości skroniowej, a który nazwiemy — płytką podmózgową *(lamina subcerebralis)*. Ze względu na to, iż podniebieniu twardemu będzie poświęcony oddzielny rozdział, zajmiemy się tutaj jedynie płytką podmózgową. Otóż, rozpościera się ona od krawędzi przedniej otworu potylicznego wielkiego do — przewodu nosowo-gardłowego kostnego i wykazuje szereg otworów, przeznaczonych do pomieszczenia nerwów i naczyń mózgowych (rys. 131, 185, 225, 243).

Idąc od tyłu ku przodowi i ograniczając się do wyszczególnienia otworów najważniejszych znajdujemy:

otwór nerwu podjęzykowego *(for. n. hypoglossi)*, umieszczony w pobliżu kłykcia potylicznego (n XII);

otwór rylcowosutkowy *(for. stylomastoideum)*, widniejący w części sutkowej kości skroniowej (n. VII);

otwór poszarpany tylny *(for. lacerum post.)*, zawarty między częścią podstawną kości potylicznej i częścią skalistą kości skroniowej (nn. IX, X, XI);

otwór poszarpany przedni *(for. lacerum ant.)*, położony u krawędzi tylnej skrzydła skroniowego kości klinowej, łączy się u Koniowatych i u Świniowatych z otworem poszarpanym przednim w jedną wyciągniętą podłużnie szczelinę, oddzielającą kość skroniową od części podstawnej kości potylicznej (rys. 131); bardziej bocznie widnieje u podstawy — wyrostka mięśniowego *(proc. muscularis)*— ujście przewodu gardłowobębenkowego Eustachjusza *(tuba auditiva Eustachii)* oraz — szczelina skalistobębenkowa Glasera *(fissura petrympanica Glaseri)*, odzielająca część bębenkową od części skalistej kości skroniowej a służąca do przepuszczenia gałęzki n. twarzowego — struny bębenkowej *(chorda tympani)*;

otwór owalny *(for. ovale)* występuje jedynie u Naczelnych, u Mięsożernych, Gryzoni i u Przeżuwaczy, jako wyodrębniona część szczeliny poszarpanej przedniej (n. 3/V);

otwór okrągły *(for. rotundum)* istnieje pod postacią otworu samoistnego tylko u Naczelnych, u Mięsożernych i u Koniowatych i służy jako miejsce wyjścia drugiej gałęzi nerwu trójdzielnego (rys. 225, 243);

u Przeżuwaczy i u Świniowatych jest on połączony ze — szczeliną oczodołową *(fissura orbitalis)* w jeden wielki — otwór klinowooczodołowy *(for. sphenorbitale)*.

Pozostałe t. j. nie wymienione na tem miejscu otwory, będę uwzględnione przy opisie poszczególnych okolic czaszki.

Ściana boczna czaszki *(facies lateralis)*. W budowie ściany bocznej biorą udział: część potylicy bocznej, łuska kości skroniowej, część kości ciemieniowej, kość jarzmowa, część kości czołowej, kość łzowa, szczęka i kość międzyszczękowa (rys. 137, 141, 144, 147, 157, 162, 174).

Idąc od tyłu ku przodowi zanotujemy szczegóły następujące: — wyrostek przypotyliczny *(proc. paroccipitalis)*, a w pobliżu niego — otwór rylcowosutkowy *(for. stylomastoideum)*, którym kończy się — przewód twarzowy *(canalis facialis)*; dalej szeroki — otwór słuchowy zewnętrzny *(porus acusticus ext.)*, prowadzący do, mniej lub bardziej długiego,— przewodu słuchowego zewnętrznego *(meatus acusticus ext.)* (rys. 192, 193, 221, 228).

Bezpośrednio ku przodowi od owego otworu widnieje u Koniowatych, u Przeżuwaczy i u Mięsożernych szeroki — otwór skroniowy dolny *(for. postglenoideum)*, stanowiący ujście żylnego — przewodu skroniowego *(canalis temporalis)*. U tychże samych ssaków znajdujemy w ścianie — dołu skroniowego szereg — otworów skroniowych dodatkowych *(forr. temporalia acc.)* (rys. 144, 153, 157).

Wdół od dołu skroniowego rozpościera się głęboki — dół skrzydłowopodniebienny *(fossa pterygopalatina)* szeroko łączący się z — oczodołem *(orbita)*.

Za pewnego rodzaju pomost między mózgowio — i trzewioczaszką może być uważany — łuk jarzmowy *(arcus zygomaticus)*, w skład którego wchodzą kość jarzmowa i wyrostek jarzmowy kości skroniowej, odchodzący od jej łuski

za pośrednictwem poziomo ustawionej, płaskiej — blaszki jarzmowej *(lamina zygomatica)* (rys. 163).

Ku przodowi od oczodołu widnieją na kości łzowej u Koniowatych dwa — wyrostki łzowe *(procc. lacrimales)*, u Świniowatych zaś i u Jeleniowatych dwa — otwory łzowe *(forr. lacrimalia)*, ponadto u większości Przeżuwaczy znajdujemy w miejscu zejścia się kości łzowej z kością nosową obszerną — szczelinę łzową *(hiatus lacrimalis)* (rys. 153, 214).

Trzon szczęki wykazuje u Koniowatych poziomą listewkę — grzebień twarzowy *(crista facialis)*, posiadający u Przeżuwaczy postać płaskiego — guza twarzowego *(tuber faciale)*, a pozatem szeroki — otwór podoczodołowy *(for. infraorbitale)*, stanowiący zakończenie — przewodu podoczodołowego *(canalis infraorbitalis)* rozpoczynającego się wdole skrzydłowo podniebiennym (rys. 192).

Tarcza karkowa *(planum nuchale)*. Pod nazwą — tarcza karkowa rozumiemy ścianę tylną czaszki ograniczoną: od góry przez — grzebień potyliczny górny *(crista occipit. sup.)* wraz z — guzowatością potyliczną zewn. *(protuberantia occipit. ext.)*, po bokach przez — grzebień skroniowy *(crista temporalis)* i krawędź tylną — wyrostka przypotylicznego *(proc. paroccipitalis)* i wreszcie od dołu przez krawędź przednią — otworu potylicznego wielkiego *(for. occipit. magnum)* (rys. 134).

Zasadniczo w skład tarczy karkowej wchodzi jedynie kość potyliczna, kość międzyciemieniowa i tylko w bardzo drobnej mierze kość skroniowa (część sutkowa!), natomiast u *Bovinae* dołączają się do nich wąskie i zrastające się wreszcie ze sobą kości ciemieniowe (rys. 185).

Najważniejszą osobliwością tarczy są niewątpliwie — kłykcie potyliczne *(condyli occipitales)*, służące do zestawienia z kręgiem szczytowym. Powyżej kłykci widnieją liczne chropowatości, z których najstalszemi są — grzebień potyliczny *(crista occipitalis)* i — grzebień potyliczny dolny *(crista occipitalis inf.)*.

U większości ssaków tarcza ma kształt, mniej lub bardziej, płaskiej płytki i tylko u Naczelnych przybiera ona postać wybitnie kulistą (rys. 243).

A teraz, możemy przystąpić do opisu bardziej szczegółowego najważniejszych okolic czaszki.

Jama nosowa *(cavum nasi)*. Jamę nosową kostną można uważać za rodzaj obszernego przewodu, ściany którego wykazują szereg blaszkowatych wyniosłości kwoli zwiększenia powierzchni zetknięcia błony śluzowej z powietrzem. Ze względu na to, iż znaczna część jamy nosowej jest przeznaczona do pomieszczenia narządu węchowego, a przeto jest ona silnie rozwinięta u ssaków makrosmatycznych (obdarzonych ostrym węchem) i wysuwa się znacznie ku przodowi, przyczyniając się w znacznej mierze do wydłużenia części trzewnej czaszki nadając jej charakterystyczną postać — nosoustowia (t. zw. »pyska«! n. b. — nazwa równie wytworna jak inne wyrazy tego samego typu jak to: »morda«, »ryj«, »jucha«, »zdychać«, używane niekiedy w odpowiednio »dobranem« towarzystwie).

U istot mikrosmatycznych t. j. posiadających powonienie słabe (np. Naczelne), jama nosowa uległa skróceniu (rys. 208), a w budowie wykazuje wielkie uproszczenie.

Zasługuje również na uwagę stosunek jamy nosowej do jamy czaszkowej.

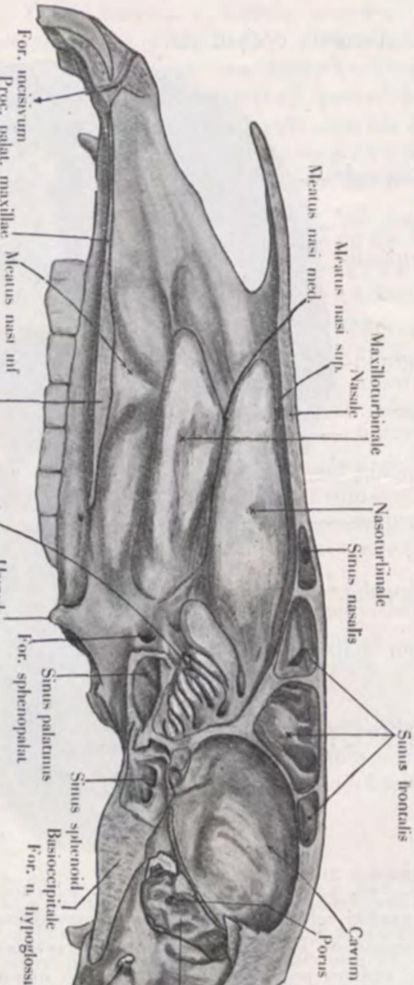
Otóż, u czworonogich jama nosowa leży p r z e d mało pojemną jamą czaszkową (rys. 245), natomiast u Naczelnych a przedewszystkiem u człowieka niebywale powiększona, jama czaszkowa (naskutek rozrostu mózgowia) nasuwa się od tyłu na jamę nosową, umieszczając się bezpośrednio p o n a d n i ą (rys. 137, 230).



Rys. 243. Czaszka — c z ł o w i e k a, widziana od dołu (podstawa czaszki).
W podstawie czaszki człowieka uderza przedewszystkiem znaczne jej skrócenie (por. z rys. 131 i 225!) wyróżniające się głównie w skróceniu trzewioczaszki (podniebienie!) a ponadto: silne przemieszczenie otworu potylicznego wielkiego ku przodowi, wzdęcie okolicy potylicznej, obecność wyrostka rylcowatego *(proc. styloideus)*, wczesny zrost k. skrzydłowej *(pterygoideum)* z wyr. skrzydłowatym k. klinowej, obecność wyrostka sutkowatego *(proc. mastoideus)*, niedorozwój k. międzyszczękowej i wczesny jej zrost ze szczęką, brak wyrostka zapanewkowego *(proc. postglenoidalis)* i t. d.
(Ze zbiorów Zakładu Anatomji Prawidłowej. Zw. Dom. Wydz. Wet. U. W.)

Od jamy nosowej prowadzi owalny lub serkowaty — o t w ó r g r u s z k o w a t y *(apertura pyriformis)*, ograniczony przez dolne krawędzie kości międzyszczękowych i kości nosowych, a niekiedy (np. u człowieka) i przez krawędzie szczęk (rys. 188).

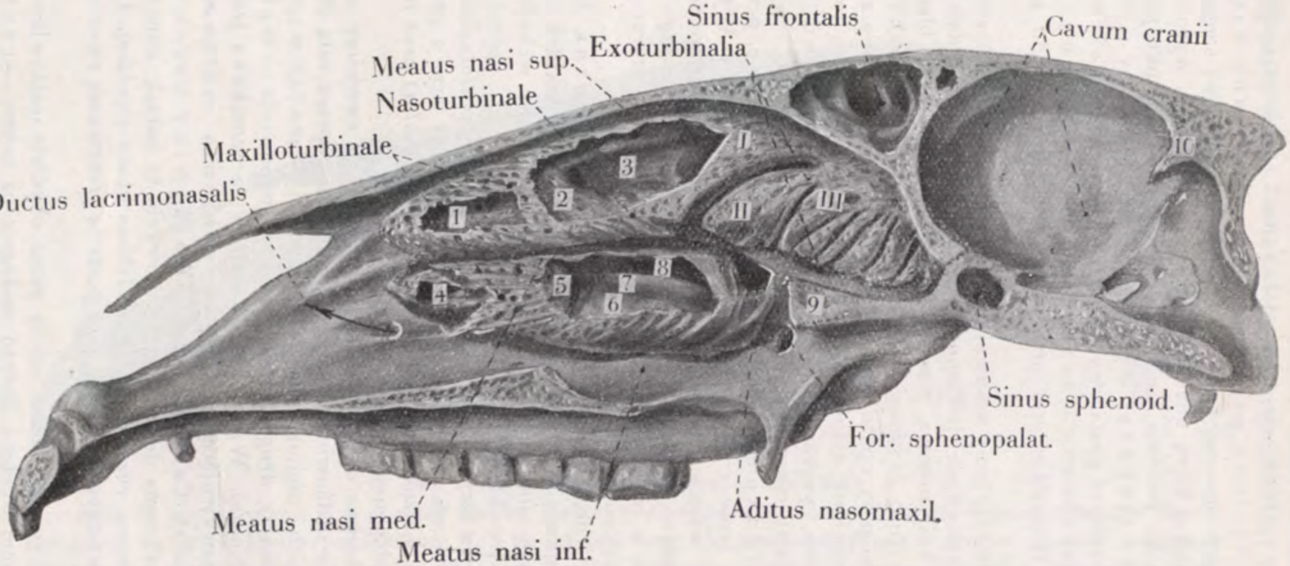
Wtyle jama nosowa łączy się bezpośrednio z — p r z e w o d e m n o s o w o g a r d ł o w y m k o s t n y m *(ductus nasopharyngeus osseus)* (rys. 144) za pośred-



Rys. 244. Przekrój pośrodkowy przez czaszkę k o n i a. Połowa prawa przekroju, widziana od strony przegrody nosowej. Zwraca uwagę, między innemi, niewspółmiernie duża pojemność jamy nosowej w stosunku do bardzo szczupłej jamy czaszkowej *(cavum cranii)*, oraz rozmieszczenie—p r z e w o d ó w n o s o w y c h: — p r z e w o d u n o s o w e g o d o l n e g o *(meatus nasi inf.)*, służącego do przeprowadzenia powietrza w kierunku gardzieli; — p r z e w o d u n o s o w e g o ś r o d k o w e g o *(meatus nasi med.)*, z którego pączkuje błona śluzowa w obręb przylegających kości tworząc tam — z a t o k i p r z y n o s o w e *(sinus paranasales)* i wreszcie — p r z e w o d u n o s o w e g o g ó r n e g o *(meatus nasi sup.)*, ciągnącego się tuż pod sklepieniem nosowem *(fornix nasi)* a bezpośrednio nad małżowiną nosową *(nasoturbinale)*. Ze zbiorów Zakładu Anatomji Prawidłowej Zw. Dom. Wydz. Wet. U. W.

nictwem dwóch, symetrycznie rozmieszczonych, — n o z d r z y *(choanae)*. Oddziela je pochyło ustawiona krawędź tylna lemiesza (rys. 131).

Wnętrze jamy dzieli częściowo na dwie połowy (lewą i prawą!) — p r z e-



Rys. 245. Przekrój pośrodkowy przez czaszkę — k o n i a, której małżowiny nosowe zostały strepanowane.
I. *nasoturbinale*, II-III. *ethmoturbinalia;* 1. komora przednia małżowiny nosowej, 2. przegroda, oddzielająca komorę przednią od komory tylnej, 3. komora tylna małżowiny nosowej, 4. komora przednia małżowiny szczękowej, 5. przegroda, oddzielająca komorę przednią od komory tylnej, 6. komora tylna małżowiny szczękowej, 7. ściana przewodu podoczodołowego wciskająca się do wnętrza zatoki szczękowej *(sinus maxillaris)*, 8. część boczna zatoki szczękowej (część przyśrodkowa znajduje się po tej stronie przewodu podoczodołowego), 9. blaszka graniczna *(lamina terminalis)* k. sitowej, oddzielająca błędnik sitowy od przewodu nosowogardłowego kostnego, 10. namiot kostny *(tentorium osseum)*.
Ze zbiorów Zakładu Anatomji Prawidłowej Wydz. Wet. U. W.

groda nosowa kostna *(septum nasi osseum)*, utworzona przez blaszkę prostopadłą kości sitowej i przez lemiesz.

W każdej z połów rozróżniamy: ścianę dolną albo — dno, ścianę górną albo — sklepienie oraz — ścianę przyśrodkową i — ścianę boczną.

Dno *(solum)* jamy nosowej ma kształt poziomo ku tyłowi ciągnącej się rynienki, w budowie której biorą udział: kość międzyszczękowa, wyrostek podniebienny szczęki i blaszka pozioma kości podniebiennej. W odcinku przednim dna znajdujemy — otwór siekaczowy *(for. incisivum)*, który u Przeżuwaczy i u Świniowatych przybiera postać wydłużonej — szczeliny siekaczowej *(fissura incisiva)*, oraz obszerną — szczelinę podniebienną *(fissura palatina)* (rys. 226). Wszystkie one prowadzą z jamy nosowej do jamy ustnej (p. podniebienie).

Sklepienie *(fornix)* jamy nosowej ma, podobnie jak i dno, kształt rynienki, tym razem jednak skierowane jest ono pochyło wdół i ku przodowi. W skład sklepienia wchodzą: kość nosowa, blaszka sitowa oraz skrzydełko blaszki prostopadłej kości sitowej *(ala laminae perpendicularis os. ethmoidalis)*. Ta ostatnia, jak to już wyjaśniono przy opisie kości sitowej, zrasta się wcześnie z kością nosową w jedną, niepodzielną całość. Co się tyczy blaszki sitowej, to usiana jest ona licznemi otworami, poprzez które przenikają włókna nerwu węchowego z jamy nosowej do jamy czaszkowej.

Ścianę przyśrodkową *(paries med.)* stanowi, oczywiście, przegroda nosowa kostna, a więc lemiesz i blaszka prostopadła kości sitowej. Wykazuje ona naprzedzie głębokie wcięcie, wypełnione na czaszce z zachowanemi częściami miękkiemi, przez t. zw. — chrząstkę przegrodową *(cartilago septi nasi)*. U niektórych ssaków a więc np. u *Rhinocerotidae* (rys. 213) przegroda chrząstkowa może ulec skostnieniu.

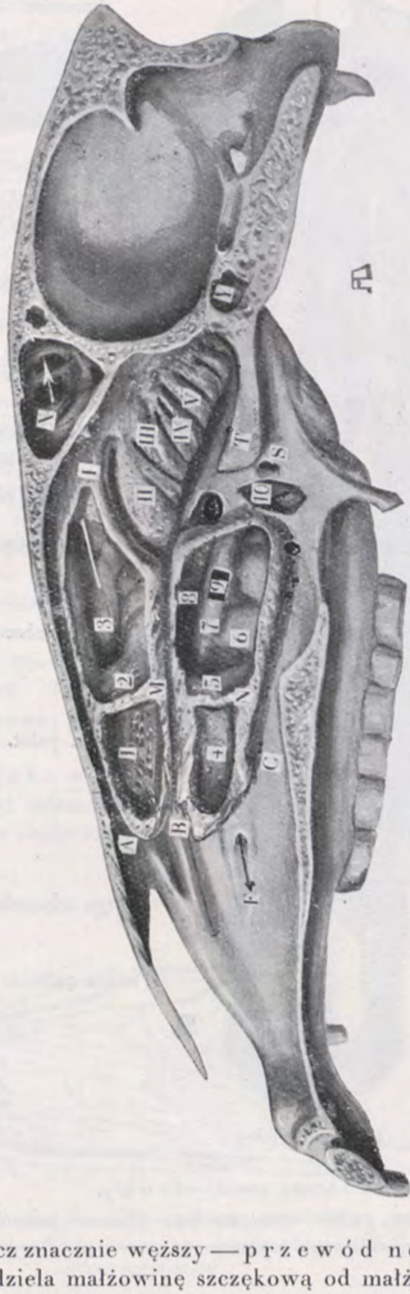
W przeciwieństwie do ścian poprzednich, — ściana boczna *(paries lat.)* jamy nosowej przedstawia budowę niezwykle złożoną, a to naskutek rozmieszczonych na niej małżowin nosowych (rys. 246). W skład ściany wchodzą: naprzedzie wyrostek nosowy kości międzyszczękowej, w części pośrodkowej powierzchnia dośrodkowa szczęki i małżowina szczękowa *(maxilloturbinale)* i wreszcie wtyle blaszka boczna błędnika sitowego *(lamina lat.)* wraz z przymocowywującemi się do niej małżowinami sitowemi *(ethmoturbinalia)* oraz blaszka prostopadła kości podniebiennej.

Oglądając ścianę boczną od strony przegrody nosowej, zwrócimy uwagę przedewszystkiem na dwie małżowiny, ciągnące się nieomal poprzez całą długość jamy nosowej. Jedna z nich, umieszczona wdole, stanowi — małżowinę szczękową *(maxilloturbinale)*, druga położona wyżej odpowiada — małżowinie nosowej *(nasoturbinale)*. Wiemy już, iż małżowina szczękowa jest kością samodzielną, przymocowywującą się do — grzebienia małżowinowego szczęki *(crista conchalis)*. Co się zaś tyczy — małżowiny nosowej, to choć bywa ona zwykle zaliczana do małżowin sitowych, to jednak stanowi prawdopodobnie kość niezależną, rozwijającą się w fałdzie błony śluzowej. U człowieka małżowina nosowa występuje jedynie pod postacią szczątkową tworząc t. zw. — próg *(agger nasi)*.

Należy zauważyć, że cały obszar zajęty przez obydwie małżowiny nie ma nic wspólnego z siedliskiem węchu i dlatego zasługuje na nazwę — części oddechowej jamy nosowej *(pars respiratoria)*.

Część światła jamy nosowej, położona pod małżowiną szczękową nosi nazwę —

p r z e w o d u n o s o w e g o d o l n e g o *(meatus nasi inf.)* (rys. 246). Do niego to uchodzi — p r z e w ó d n o s o w o ł z o w y *(ductus nasolacrimalis)*, rozpoczynający się wdole woreczka łzowego oczodołu (rys. 246f).

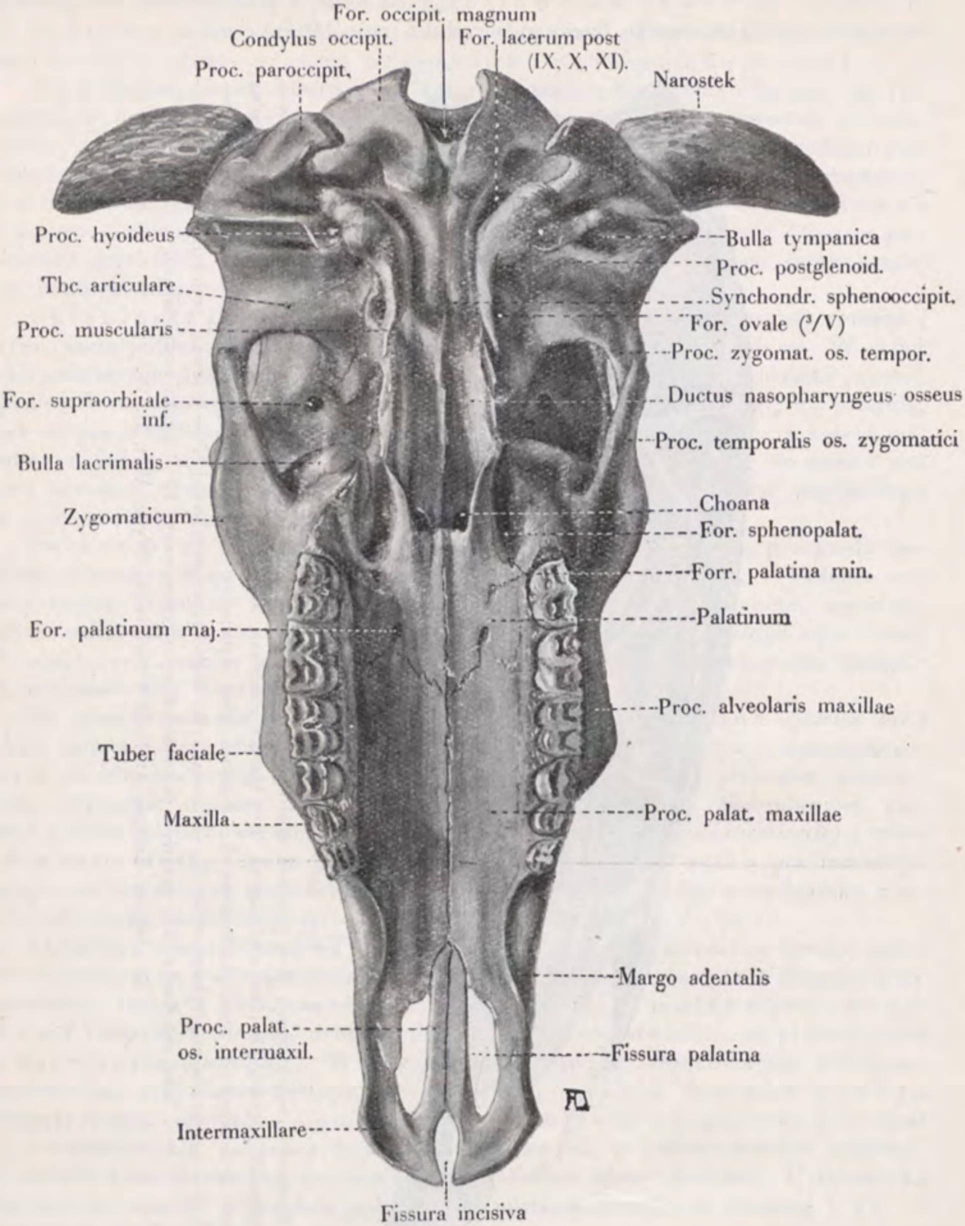


Rys. 246. Przekrój pośrodkowy przez czaszkę -k o n i a.

A — przewód nosowy górny; B — przewód nosowy środkowy; C — przewód nosowy dolny; G — ujście przewodu łzowo-nosowego; S — otwór klinowopodniebienny; T — blaszka graniczna; Y — zatoka klinowa; 1 — komora przednia małżowiny nosowej; 2 — przegroda międzykomorowa; 3 — komora tylna małżowiny nosowej; 4 — komora przednia małżowiny szczękowej; 5 — przegroda międzykomorowa; 6 — komora tylna małżowiny szczękowej; 7 — przewód podoczodołowy; 8 — zatoka szczękowa; 9 — przewód podoczodołowy strepanowany; 10 — zatoka podniebienna.

Ze zbiorów Zakładu Anatomji Prawidłowej Wydz. Wet. U. W.

Podobny lecz znacznie węższy — p r z e w ó d n o s o w y ś r o d k o w y *(meatus nasi med.)* oddziela małżowinę szczękową od małżowiny nosowej (rys. 246, 247).

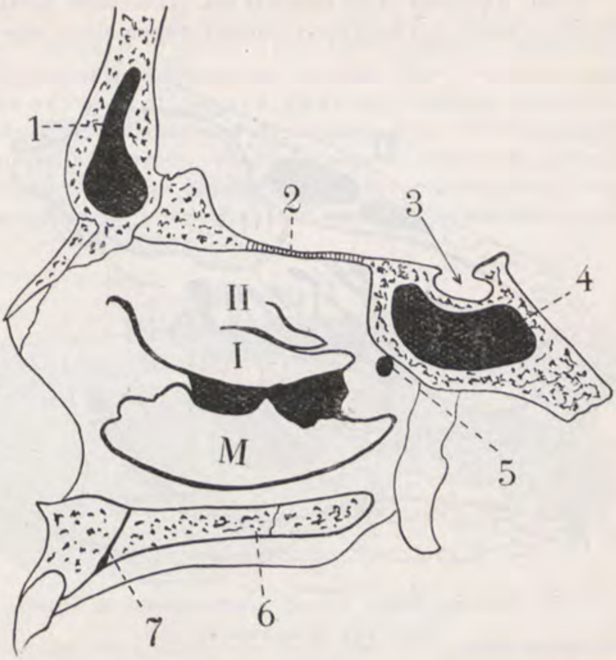


Rys. 226. Podstawa czaszki—krowy.
Zwrócić szczególną uwagę na budowę podniebienia twardego *(fissura palatina!, fissura incisiva!)* oraz przewodu nosowogardłowego kostnego *(ductus nasopharyngeus osseus).*

Zasługuje on na szczególną uwagę ze względu na to, iż na obszarze jego powstają ważne zachyłki jamy nosowej, drążące miąższ okolicznych kości. Są to t.zw. — zatoki przynosowe *(sinus paranasales)*. Miejsce wejścia do tych ostatnich ma kształt wąskiej i trudno dostępnej szczeliny i zwane jest — wpustem nosowoszczękowym *(aditus nasomaxillaris)* (rys. 248).

Tuż pod sklepieniem, a powyżej małżowiny nosowej widnieje trzeci przewód—przewód nosowy górny *(meatus nasi sup.)*, który prowadzi bezpośrednio do części węchowej jamy nosowej, o której niebawem będzie mowa (rys. 246).

Wszystkie trzy przewody łączą się dośrodkowo, a więc u przegrody nosowej, w jeden wspólny szczelinowąty — przewód nosowy wspólny *(meatus nasi communis)*. Tyle o części oddechowej jamy nosowej!



Rys. 248. Budowa ściany bocznej jamy nosowej—człowieka. M — *maxilloturbinale;* I — *nasoturbinale;* II — *ethmoidale II;* 1 — *sinus frontalis;* 2 — *lamina cribrosa;* 3 — *sella turcica;* 4 — *sinus sphenoidalis;* 5 — *for. sphenopalatinum.* Pomiędzy *maxilloturbinale* i *nasoturbinale* widnieje szerokie wejście do zatoki szczękowej i do zatoki czołowej.

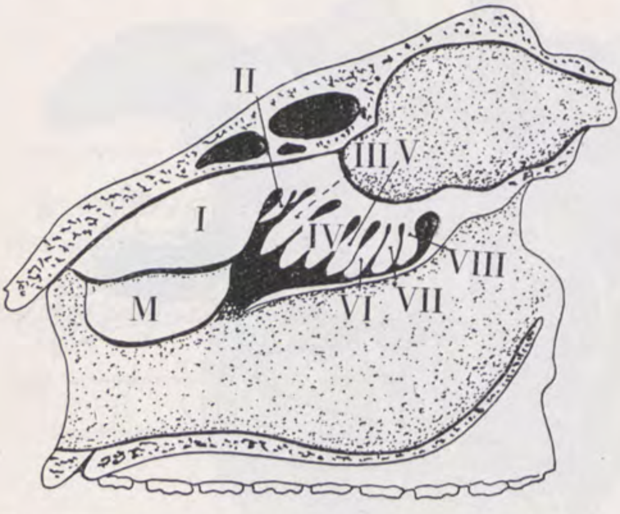
Część węchowa *(pars olfactoria)* zajmuje odcinek tylnogórny jamy nosowej i zawiera — małżowiny sitowe *(ethmoturbinalia)* (rys. 246, 249, 250, 251). Ilość ich, jak wiadomo, waha się w szerokich granicach u poszczególnych ssaków. Rozróżniamy wśród nich silniej rozwinięte — małżowiny przyśrodkowe *(endoturbinalia)* i słabiej wyrażone — małżowiny boczne *(ectoturbinalia)*. Sąsiadujące małżowiny przedzielają wąskie szczeliny — przewody sitowe *(meatus ethmoidales)*. W nich to wła-



Rys. 249. Budowa ściany bocznej jamy nosowej — foki *(Phoca vitulina* L.). M — *maxilloturbinale;* I — *nasoturbinale;* II-VII — *ethmoturbinalia.*

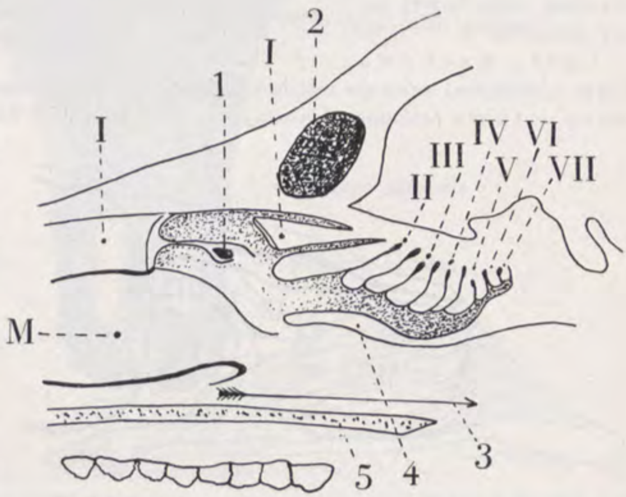
nie krąży powietrze osadzając swe składniki wonne na błonie śluzowej okrywającej małżowiny.

Część węchowa jamy nosowej ma, jako całość, kształt skrzynki szeroko otwartej ku przodowi, a ku której zmierza wspomniany przewód nosowy górny. W ten sposób tworzy się rodzaj ślepo kończącego się wtyle zachyłka, doskonale dostosowanego do potrzeb kontroli chemicznej powietrza (rys. 246).



Rys. 250. Budowa ściany bocznej jamy nosowej ✝ *Glyptodon'a* (wg. Burmeister'a).

Poniżej części węchowej, a wtyle od części oddechowej, znajdujemy końcowy odcinek jamy nosowej, a który zasługuje na nazwę — przewodu ujściowego *(meatus terminalis* R.P.). Ogranicza go od dołu odcinek tylny podniebienia twardego, zboku blaszka prostopadła kości podniebiennej i wreszcie wgórze jest on oddzielony od części węchowej jamy nosowej przez poziomo ustawioną blaszkę kostną — blaszkę graniczną kości sitowej *(lamina terminalis)* (rys. 250). W ścianie bocznej przewodu ujściowego widnieje — otwór klinowopodniebienny *(for. sphenopalatinum),* prowadzący z dołu skrzydłowo-podniebiennego do jamy nosowej (rys. 246). Należy podkreślić iż przewód ujściowy jest obszerny, lecz krótki u Koniowatych i u Przeżuwaczy, natomiast u Mięsożernych jest raczej ciasny, lecz długi. Wtyle łączy się on za pośrednictwem — nozdrzy tylnych *(choanae)* z przewodem nosowogardłowym kostnym.

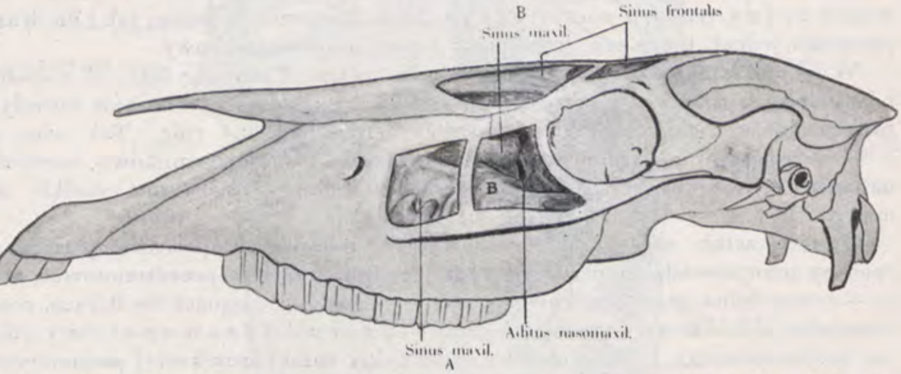


Rys. 251. Budowa ściany bocznej jamy nosowej — świni. (Objaśnienie p. rys. 172).

Zatoki przynosowe *(sinus paranasa-*

les). Pod nazwą — zatok przynosowych rozumiemy jamy drążące wnętrze kości, sąsiadujących z jamą nosową. U ssaka z zachowanemi częściami miękkiemi, ściany zatok są wysłane błoną śluzową i wypełnione powietrzem dopływającem z jamy nosowej.

Pomimo bardzo rozległych badań S. Paulli'ego (1900) i innych, znaczenie zatok nie jest dotychczas wystarczająco wyjaśnione. Istotnie, jeżeli może najczęściej bywa przytaczana — teorja odciążenia czaszki, według, której zatoki miałyby za główne zadanie zmniejszenie wagi czaszki, przy równoczesnem zachowaniu znacznej powierzchni służącej dla przyczepów mięśni, to jednak z drugiej strony wysuwane bywają i inne hipotezy jako to: znaczenie zatok przy zwilgatnianiu i ocieplaniu wdechanego powietrza, jako narządów wzmacniających



Rys. 252. Czaszka—konia, widziana zboku. Część ścian wypiłowano celem uwidocznienia zatok przynosowych (por. z rys. 192).

głos i wreszcie, iż powstawać mają w — punktach mechanicznie martwych kości. Oczywiście, iż wobec tak różnych poglądów zagadnienie należy uważać za otwarte i że może punkt ciężkości jego leży zgoła na innej płaszczyźnie.

Tak czy inaczej, jedno jest najzupełniej pewne, a mianowicie ścisły związek zatok z jamą nosową. W samej rzeczy, obserwując ich rozwój stwierdzamy, iż początkowo mają one kształt płytkich dołków, rozmieszczonych zazwyczaj w obrębie ścian przewodu nosowego środkowego (rzadziej przewodów sitowych!). W miarę rozwoju błona śluzowa wyściełająca owe dołki wciska się coraz głębiej, niszcząc po drodze blaszki śródkościa *(diploë)* i powoduje w ten sposób stopniowe pogłębianie ich.

Ilość zatok bywa bardzo różna; najstalszą, najpierwotniejszą i zwykle największą jest jednak zatoka drążąca wnętrze trzonu szczęki, a więc — zatoka szczękowa *(sinus maxillaris s. sinus Highmori)* (rys. 252). Zasługuje na uwagę, iż poraz pierwszy upowietrznienie (pneumatyzacja) kości ssaków pojawia się u Torbaczy i że rozwój zatok stoi w prostym stosunku do wielkości zwierząt. Tem należy wytłumaczyć, iż podczas, gdy ssaki drobne zatok zupełnie nie posiadają, u Słoniowatych są one niepomiernie rozwinięte.

Ze względu na dość znaczne odchylenia w wielkości i stosunkach zatok u poszczególnych ssaków, opis ich sprowadzę do ogólnych wytycznych, umożliwiających zorjentowanie w większości przypadkach konkretnych. Do najpospoliciej występujących zatok należą: zatoka szczękowa, zatoka czołowa, podniebienna,

łzowa, nosowa i klinowa. Jasnem jest, iż nazwa każdej z wymienionych zatok pochodzi od kości, w której się rozwija i znajduje.

Jak wspomniałem, za najważniejszą z zatok przynosowych uznać należy zatokę szczękową i od niej to nasz opis rozpoczniemy.

Zatoka szczękowa *(sinus maxillaris, s. sinus Highmori)* stanowi obszerną jamę położoną w trzonie szczęki, a która łączy się z przewodem nosowym środkowym za pośrednictwem wąskiej i zazwyczaj trudnej do odszukania szpary zwanej — wpustem nosowoszczękowym *(aditus nasomaxillaris)* (rys. 252). Ściany zatoki wykazują szereg listewkowatych wyniosłości, dzielących często jamę na większą lub mniejszą ilość zachyłków ze sobą połączonych i tylko u Koniowatych cienka blaszka kostna dzieli całą zatokę na dwie ściśle odosobnione komory: mniejszą — komorę przednią *(camera ant.)* i większą — komorę tylną *(camera post.)* (rys. 246, 252). Zarówno do jednej jak i do drugiej prowadzi jednak tenże sam wspólny — wpust nosowoszczękowy.

Wielkość zatoki szczękowej bywa bardzo różna. Pomijając fakt, iż u osobników młodych zatoki są zawsze znacznie mniejsze aniżeli u osobników dorosłych, przynależność zoologiczna odgrywa tutaj bardzo znaczną rolę. Tak więc np. u Mięsożernych i u Świniowatych zatoka szczękowa jest stosunkowo niewielka, natomiast u Koniowatych, a zwłaszcza u Przeżuwaczy osiąga ona wielkie rozmiary.

Granice zatoki szczękowej Koniowatych stanowią: naprzedzie płaszczyzna czołowa przeprowadzona przez krawędź przednią trzeciego przedtrzonowca, wtyle — ściana tylna guza szczękowego, wdole — pozioma ciągnąca się 0,5 cm. ponad krawędzią zębodołową i wreszcie wgórze — przewód łzowonosowy *(ductus lacrimonasalis)*. U Przeżuwaczy część tylna zatoki szczękowej pneumatyzuje kość łzową, tworząc w niej obszerny zachyłek zwany — zatoką łzową *(sinus lacrimalis)*. Ona to właśnie powoduje powstanie — puszki łzowej *(bulla lacrimalis)*, cechującej kość łzową tych ssaków (rys. 180).

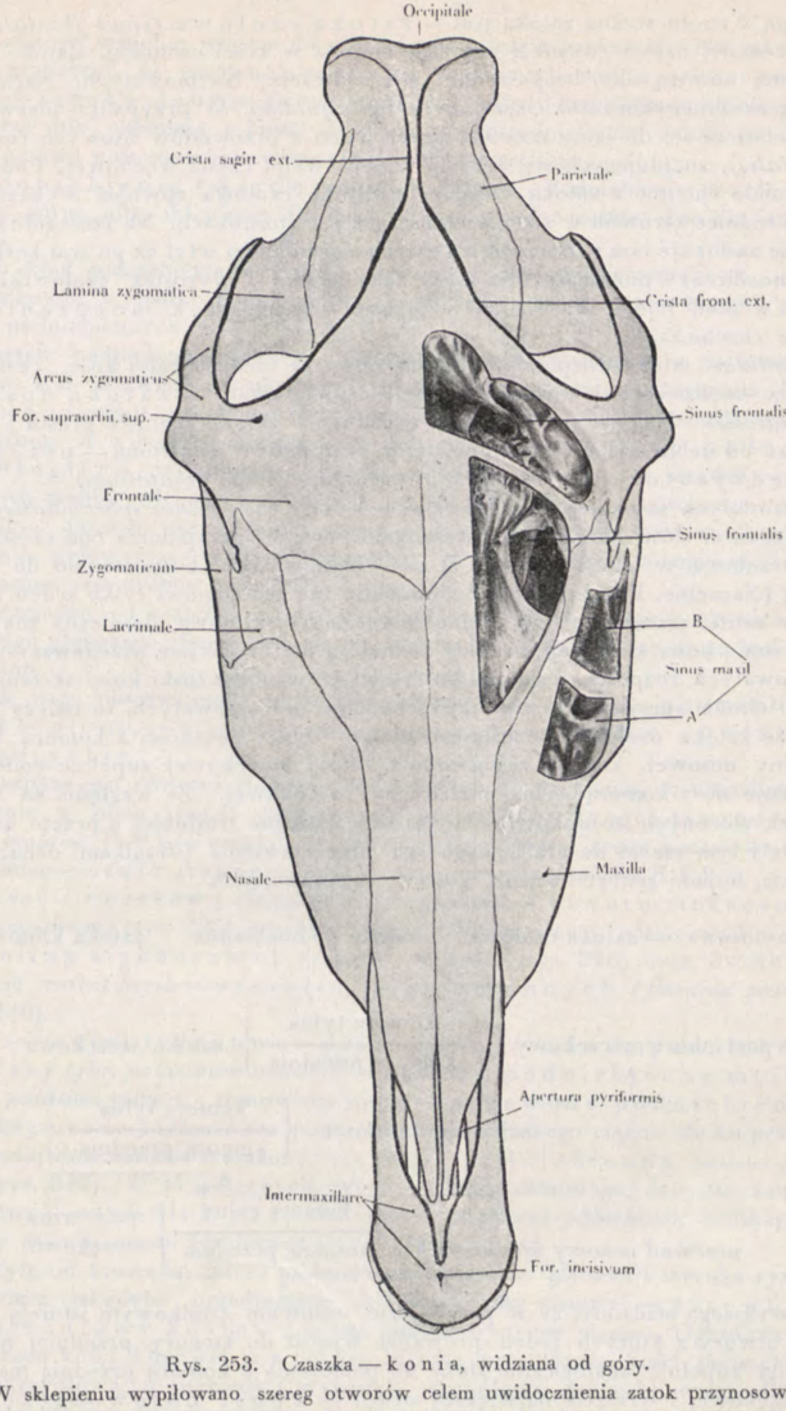
Stosunek zatoki szczękowej do pozostałych zatok przynosowych wyrażać się może dwojako. W przypadku pierwszym stanowi ona całość zamkniętą ograniczającą się li tylko do obszaru samej szczęki i nie nawiązuje łączności z żadną z innych zatok. Typ ten obserwujemy np. u Naczelnych i u Mięsożernych.

Typ drugi obejmuje przypadki kiedy nadmiernie powiększona zatoka szczękowa nie znajduje już miejsca w szczęce, lecz pączkuje t. j. wysyła zachyłki w obręb sąsiadujących kości tworząc w nich zachyłki wtórne. Tak więc, np. u Przeżuwaczy zatoka szczękowa pneumatyzuje wtyle kość łzową tworząc w niej — zatokę łzową *(sinus lacrimalis)*, a wdole kość podniebienną, w której powstaje w ten sposób — zatoka podniebienna *(sinus palatinus)*.

U Koniowatych stosunki są jeszcze bardziej złożone.

Istotnie, komora tylna zatoki tego ssaka wysyła zachyłki w dwóch kierunkach: jeden do wnętrza kości klinowej (zatoka klinowa) i kości podniebiennej (zatoka podniebienna), drugi zaś w obręb kości czołowej tworząc w niej — zatokę czołową *(sinus frontalis)* (rys. 253), a niekiedy i — zatokę nosową *(sinus nasalis)*.

Wobec powyższego typ pierwszy zasługuje na nazwę — zatoki szczękowej prostej *(sinus maxillaris simplex)*, typ drugi zaś — zatoki szczękowej złożonej *(sinus maxillaris compositus)*. Pod względem praktycznym układ stosunków w zatoce szczękowej złożonej jest o tyle niekorzystny, iż sprawy zapalne mogą z łatwością przenieść się na większość zatok przynosowych.



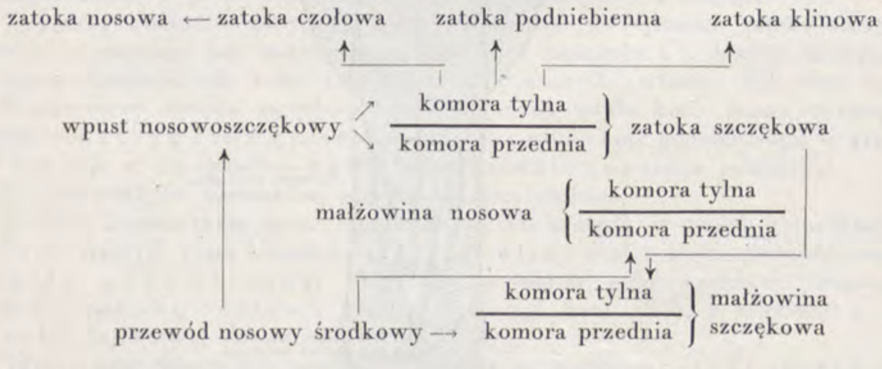
Rys. 253. Czaszka — k o n i a, widziana od góry.
W sklepieniu wypiłowano szereg otworów celem uwidocznienia zatok przynosowych.
A — komora przednia zatoki szczękowej; B — komora tylna zatoki szczękowej.

Drugą z rzędu ważną zatoką jest — zatoka czołowa *(sinus frontalis)*. Jak z samej nazwy wynika, znajduje się ona w kości czołowej. Zatoka łączy się z jamą nosową albo bezpośrednio (Przeżuwacze, Świniowatych, Naczelne), lub za pośrednictwem zatoki szczękowej (np. *Equidae)*. W przypadku pierwszym zatoka otwiera się do jamy nosowej przez jeden z przewodów sitowych *(meatus ethmoidales)*, znajdujących się, jak już wiemy, w jej części węchowej. Podobnie jak to miało miejsce z zatoką szczękową, zatoka czołowa również wykazuje b. znaczne różnice zarówno w swej wielkości jak i w stosunkach. Na szczególne wyróżnienie zasługuje ona u *Bovinae*, u których sięga daleko wtył aż po wał karkowy *(torus nuchalis)* i pneumatyzuje kość ciemieniową i wyrostek czołowoskórny tworząc w nim, lepiej lub słabiej wyrażony, — zachyłek możdżeniowy *(recessus cornualis)*.

U *Equidae* zatoka rozpościera się na obszarze nieomal całej kości czołowej wysyłając często zachyłek w obręb kości nosowej zwany — zatoką nosową *(sinus nasalis)*. Należy podkreślić, iż sąsiadujące zatoki czołowe prawa i lewa są zawsze od siebie ściśle oddzielone przez pośrodkowo ustawioną — przegrodę międzyzatokową czołową *(septum sinuum frontalium)*.

Z pozostałych zatok jedynie — zatoce klinowej *(sinus sphenoidalis)* poświęcimy tutaj słów parę. Otóż, stosunkami swemi przypomina ona częściowo zatokę czołową, w tem znaczeniu, iż albo uchodzi ona bezpośrednio do jamy nosowej (Naczelne, Przeżuwacze, Świniowate) lub też stanowi tylko jeden z zachyłków zatoki szczękowej (np. Koniowate). Zatoka klinowa niezależna znajduje się w trzonie kości klinowej, niekiedy jednak, a ma to miejsce przedewszystkiem u Świniowatych, rozpościera się ona ku tyłowi aż w obręb łuski kości skroniowej.

Jeżeli chodzi specjalnie o stosunki zachodzące u Koniowatych, to należy nadmienić, że zatoka czołowa pozostaje u nich w ścisłej łączności z komorą tylną małżowiny nosowej, komora zaś przednia zatoki szczękowej zupełnie podobnie komunikuje się z komorą tylną małżowiny szczękowej. Ze względu na to, iż ujęcie tak złożonych stosunków nastręcza dość znaczne trudności, a przeto uciekniemy się i tym razem do graficznego ich przedstawienia (strzałkami oznaczono połączenia, linjami grubemi ścianki kostne odgraniczające!).



Z powyższego widzimy, że w przewodzie nosowym środkowym istnieją trzy odrębne otwory z których jeden prowadzi wprost do komory przedniej nosowej, drugi zupełnie analogicznie służy do połączenia z komorą przednią małżowiny szczękowej i wreszcie największy otwór — wpust nosowoszczęko-

wy, stanowi wspólne wejście do obu komór zatoki szczękowej. Na zakończenie chcę zaznaczyć, że zarówno — zatoka podniebienna *(sinus palatinus)* jak i — zatoka łzowa *(sinus lacrimalis)* nigdy samoistnego ujścia do jamy nosowej nie posiadają, a łączą się z nią za pośrednictwem zatoki szczękowej i jej wpustu nosowoszczękowego *(aditus nasomaxillaris)*.

Podniebienie twarde *(palatum durum)*. Podniebienie twarde tworzy ścianę górną, albo sklepienie dla jamy ustnej a jednocześnie dno dla jamy nosowej.

W skład podniebienia wchodzą: naprzedzie kości międzyszczękowe, w części pośrodkowej wyrostki podniebienne szczęk i wreszcie wtyle blaszki poziome kości podniebiennych.

Kształt podniebienia podlega bardzo szerokim wahaniom u poszczególnych ssaków, a to w związku z ukształtowaniem języka, rodzajem uzębienia (Przeżuwacze! Gryzonie!) pokarmem i wysokością ciśnienia ujemnego panującego w jamie ustnej. A więc, przedewszystkiem możemy rozróżnić — typ podniebienia długiego, występującego często u Mięsożernych i u ssaków wodnych i — typ podniebienia krótkiego *(palatum breve)*, cechującego wszystkie Naczelne. Jasnem jest, iż podczas, gdy w typie pierwszym wymiar długościowy znacznie przewyższa wymiar poprzeczny, w typie drugim różnica między temi wymiarami jest drobna (rys. 243).

Niezależnie od kształtu zarysu podniebienia, należy zwrócić również uwagę i na jego głębokość albo wysokość. A w tym kierunku różnice mogą być bardzo poważne.

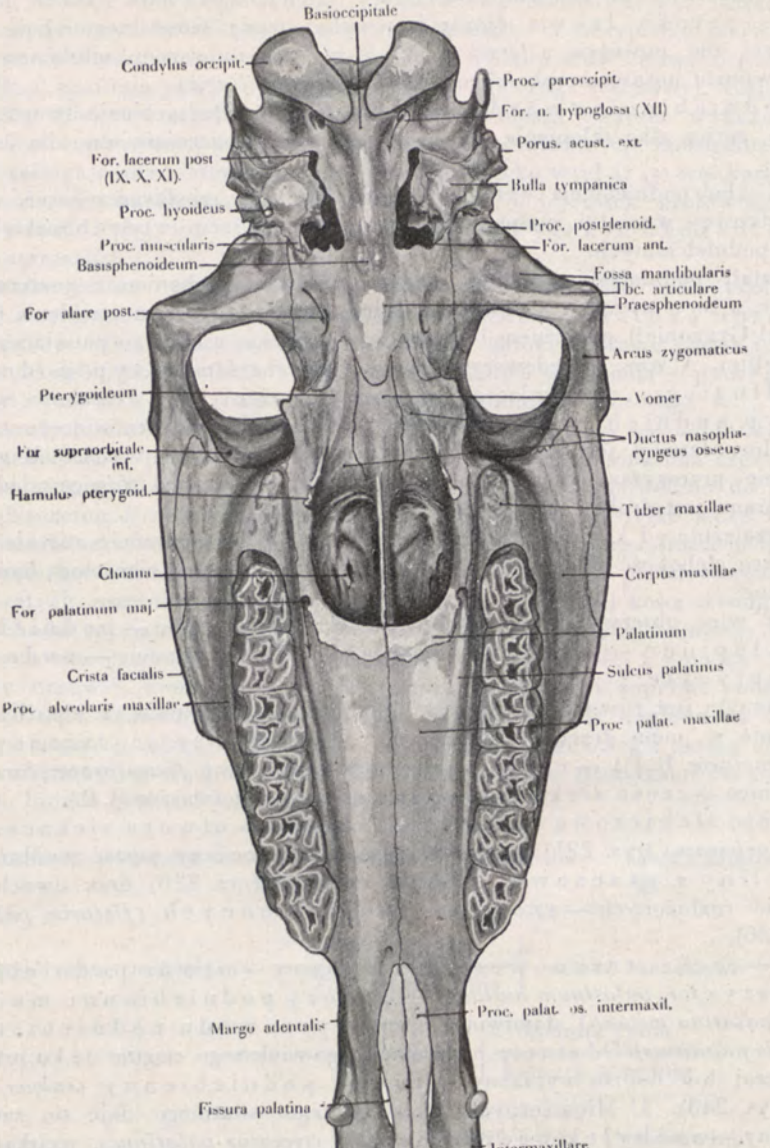
Tak więc, obserwujemy: — podniebienie płaskie — podniebienie wysklepione, — wysokie albo — głębokie i wreszcie — podniebienie gotyckie.

Ważnym jest również stosunek podniebienia do uzębienia, co umożliwia wyróżnienie w niem trzech zasadniczych odcinków — część trzonowcową *(pars molaris* R. P.), — część przedtrzonowcową *(pars praemolaris* R. P.) i nakoniec — część siekaczowokłową *(pars canoincisiva* R. P.).

Część siekaczową charakteryzuje obecność — otworu siekaczowego *(for. incisivum)* (rys. 225) przybierającego u Przeżuwaczy postać wydłużonej — szczeliny siekaczowej *(fissura incisiva)* (rys. 226) oraz dwóch symetrycznie rozłożonych — szczelin podniebiennych *(fissúrae palatinae)* (rys. 226).

W — części trzonowcowej znajdujemy — otwór podniebienny większy *(for. palatinum maius)* i — otwory podniebienne mniejsze *(forr. palatina minora)*, stanowiące ujście — przewodu podniebiennego *(canalis palatinus)*. Od otworu podniebiennego większego ciągnie się ku przodowi, zazwyczaj dość dobrze wyrażony, — rowek podniebienny *(sulcus palatinus)* (rys. 243). U Mięsożernych wbok od tego ostatniego daje się zauważyć trójkątny — zachyłek podniebienny *(recessus palatinus)*, wciskający się między dwa pierwsze trzonowce (rys. 225).

Wtyle od krawędzi tylnej podniebienia widnieje głęboka i szeroka rynienka, stanowiąca jakgdyby przedłużenie sklepienia jamy nosowej — przewód nosowogardłowy kostny *(ductus nasopharyngeus osseus)*. Ogranicza go od góry trzon kości klinowej, a z boków blaszka prostopadła kości podniebiennej, kość skrzydłowa, a niekiedy i wyrostek skrzydłowy kości klinowej. Przewód nosowogardłowy tworzy ściany kostne dla sklepienia jamy gardłowej i jest



Rys. 254. Podstawa czaszki k o n i a.

wydłużony, lecz płytki u Mięsożernych, a krótki i głęboki u Przeżuwaczy (rys. 226).

Na zakończenie zwrócimy uwagę na — haczyk *(hamulus)* kości skrzydłowej, dookoła, którego obwija się ścięgno napinacza podniebienia *(m. tensor veli palatini)*.

Oczodół *(orbita)*. Oczodołem nazywamy zagłębienie ściany bocznej czaszki, służące do pomieszczenia gałki ocznej wraz z jej narządami pomocniczemi (rys. 145)

U większości ssaków oczodół czaszki, pozbawionej części miękkich, łączy się na szerokiej przestrzeni ze znajdującemi się wtyle dołami skroniowym i skrzydłowo-podniebiennym. Tego rodzaju oczodół nazywamy — oczodołem otwartym (R. P.). U Przeżuwaczy i u Koniowatych oczodół łączy się również z wymienionemi dołami, lecz połączenie to dotyczy li tylko części głębokich owych dołów, albowiem bardziej ku powierzchni, naskutek zrostu wyrostków zaoczodołowych kości czołowej i kości jarzmowej, powstaje, pierścień oczodołowy, który ogranicza oczodół od tyłu. W ten sposób powstaje typ — oczodołu niedomkniętego (R. P.) (rys. 147).

Pozostaje ostatni typ — oczodołu zamkniętego (R. P.), cechującego *Primates* i *Hominidae*, a w którym dzięki dośrodkowemu zrostowi blaszki oczodołowej kości jarzmowej i spojeniu się jej z kością klinową, następuje zupełne zerwanie łączności oczodołu z dołem skroniowym, związek zaś z dołem skrzydłowo-podniebiennym ogranicza się do wąskiej — szczeliny oczodołowej dolnej *(fissura orbitalis inf.)* (rys. 255).

W oczodole zasługuje na uwagę: położenie, stosunki, oraz budowa ścian.



Rys. 255. Oczodół lewy człowieka, widziany od przodu.

Zwraca uwagę: rozrost kości jarzmowej, która zrósłszy się ze skrzydłem skroniowem kości klinowej oddziela zupełnie oczodół od dołu skroniowego, oraz udział kości sitowej w budowie ściany przyśrodkowej oczodołu.

Jak wspomniałem, oczodół zajmuje część boczną czaszki, granicząc wtyle z dołem skroniowym, z dołem skrzydłowo-podniebiennym i z jamą czaszkową. U Naczelnych (rys. 230) naskutek przesunięcia się oczu ku przodowi i oczodoły zajęły położenie bardziej wysunięte, wciskając się między mózgowioczaszkę, umieszczoną w górze i trzewioczaszkę położoną poniżej. Dzięki powyższemu, rzecz oczywista, — przestrzeń międzyoczodołowa uległa bardzo znacznemu zmniejszeniu.

Bardzo swoiste stosunki oczodołów znajdujemy u niektórych ssaków obdarzonych wielkiemi oczyma *(Phocidae, Tragulidae, Lemuroidea)* i u *Leporidae*. U ssaków tych znacznie powiększone oczodoły dosłownie zgniatają część czaszki położoną między nimi w cienką — przegrodę międzyoczodołową *(septum interorbitale)*, która nakształt mostu łączy trzewio- z mózgowioczaszką. Wpływa to oczywiście i na ukształtowanie całej czaszki, która przybiera wówczas postać czaszki wąskopodstawnej, charakterystycznej dla ssaków pierwotnych.

A teraz, rozejrzyjmy się we wnętrzu oczodołu! Prowadzi doń — pierścień

o c z o d o ł o w y *(annulus orbitalis)*, utworzony przez krawędzie oczodołowe kości czołowej, kości łzowej i kości jarzmowej (rys. 192).

Rozróżniamy dwa typy zasadnicze pierścienia: p i e r ś c i e ń o t w a r t y (Mięsożerne, Świniowate) i — p i e r ś c i e ń z a m k n i ę t y (Naczelne, Koniowate, Przeżuwacze).

Ze ścian oczodołu jedynie — ś c i a n a d o ś r o d k o w a *(paries medialis)* jest zawsze dobrze wykształcona. W budowie jej biorą udział: część oczodołowa kości czołowej, skrzydło oczodołowe kości klinowej i kość łzowa (rys. 255).

Budowa ściany dolnej albo — d n a *(solum orbitae)* wykazuje tak znaczne różnice u poszczególnych ssaków, iż syntetyczne ujęcie tej sprawy w obecnej chwili jest jeszcze niemożliwe. A więc, u Mięsożernych dno oczodołowe kostne, jako takie, nie występuje zupełnie, albowiem powierzchnię górną guza szczękowego *(tuber maxillae)* musimy zaliczyć do ścian dołu skrzydłowo-podniebiennego, atoli za pewnego rodzaju postać zaczątkową dna uchodzić może — g r z e b i e ń o c z o d o ł o w y *(crista endorbitalis* R. P.), posiadający kształt ostrej listewki, ciągnącej się poziomo od krawędzi przedzielającej otwór wzrokowy od otworu szczeliny oczodołowej aż po krawędź tylną kości łzowej (rys. 256). U Przeżuwaczy dno tworzą blaszka oczodołowa kości jarzmowej oraz cienka ścianka puszki łzowej *(bulla lacrimalis)* (rys. 216). U człowieka dno jest utworzone głównie przez powierzchnię górną trzonu szczęki.

A oto, wykaz otworów występujących stale na owej ścianie przyśrodkowej:

1) o t w ó r s i t o w y b o c z n y *(for. ethmoidale lat.)* prowadzi z oczodołu do jamy czaszkowej (nn. i naczynia sitowe);

2) o t w ó r w z r o k o w y *(for opticum)* łączy jamą czaszkową z oczodołem (n. wzrokowy — II);

3) s z c z e l i n a o c z o d o ł o w a *(fissura orbitalis)* łączy jamę czaszkową z oczodołem (n. okoruchowy — III, n. bloczkowy — IV, n. oczny I/V i n. odwodzący — VI);

4) d ó ł w o r e c z k a ł z o w e g o *(fossa sacci lacrimalis)*, położony w odcinku przednim oczodołu, stanowi wejście do — p r z e w o d u n o s o w o ł z o w e g o *(canalis nasolacrimalis)*, prowadzącego do przewodu nosowego dolnego (rys. 246);

5) o t w ó r n a d o c z o d o ł o w y d o l n y *(for. supraorbitale inf.)*, którym rozpoczyna się krótki — przewód nadoczodołowy uchodzący na sklepieniu czaszki — o t w o r e m n a d o c z o d o ł o w y m g ó r n y m *(for. supraorbitale sup.)*.

D ó ł s k r o n i o w y *(fossa temporalis)* stanowi powierzchnię czaszki przeznaczoną dla przyczepu mięśnia skroniowego, wobec czego zarówno wielkość dołu, jak i jego głębokość, ściśle podporządkowują się stopniowi rozwoju wymienionego mięśnia (rys. 256). Dół skroniowy łączy się szeroko naprzedzie z oczodołem, a wdole z dołem skrzydłowo-podniebiennym, naprzedzie ogranicza go — wyrostek zaoczodołowy oraz — grzebień czołowy zewnętrzny *(crista frontalis ext.)* wzgl. — grzebień ciemieniowy kości ciemieniowej *(crista parietalis os. parietalis)* i wreszcie wtyle — grzebień potyliczny górny *(crista occipitalis sup.)* i przechodzący weń grzebień skroniowy *(crista temporalis)* (rys. 147).

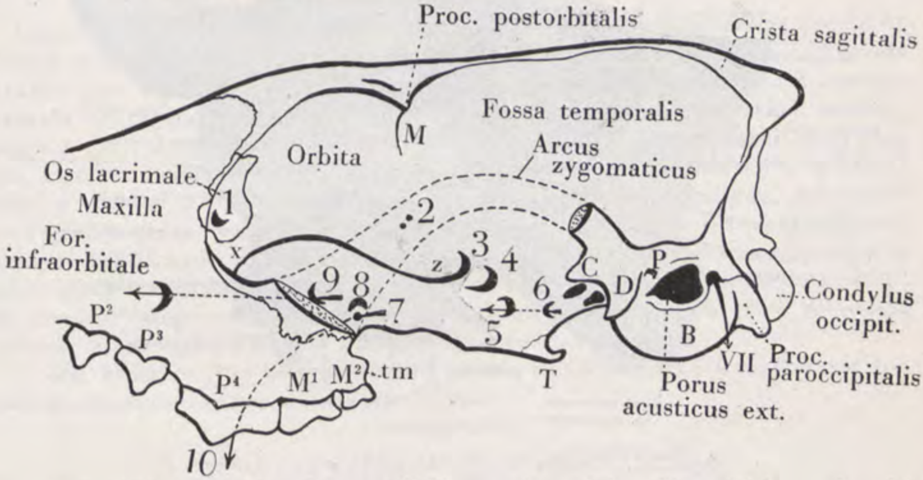
U Przeżuwaczy i u Koniowatych w odcinku tylnodolnym widnieją, — o t w o r y s k r o n i o w e d o d a t k o w e *(forr. temporalia acc.)*, prowadzące do — p r z e w o d u s k r o n i o w e g o *(meatus temporalis)* (rys. 147, 180).

Pod pojęciem głębokości dołu skroniowego rozumiemy odległość, przedzielającą łuk jarzmowy od łuski kości skroniowej; waha się ona w szerokich granicach

wraz ze stanem rozwoju m. skroniowego. O głębokości decydują również: wysokość grzebienia strzałkowego zewn. oraz wydatność grzebieni skroniowych.

D ó ł s k r z y d ł o w o - p o d n i e b i e n n y *(fossa pterygopalatina)* jest nader ważnem zagłębieniem ściany bocznej czaszki, w którem na stosunkowo wąskiej przestrzeni ześrodkowywują się liczne naczynia i nerwy zdążające do narządów trzewioczaszki (rys. 256).

Granice dołu są bardzo niewyraźne, albowiem łączy się on naprzedzie z oczodołem, a wgórze z dołem skroniowym (rys. 216). Można więc w nim tylko opisać ścianę przyśrodkową, w skład której wchodzą: g u z s z c z ę k o w y *(tuber*



Rys. 256. Okolica dołu skrzydłowo-podniebiennego i oczodołu — l i s a *(Vulpes vulpes* L.), widziana po usunięciu łuku jarzmowego.

Skróty oznaczają: x z — grzebień oczodołowy *(crista endorbitalis.* R. P.); 1 — otwór łzowy; 2 — otwory sitowe boczne; 3 — otwór wzrokowy; 4 — szczelina oczodołowa; 5 — otwór skrzydłowaty przedni. 6 — otwór skrzydłowaty tylny; 7 — otwór podniebienny górny. 8 — otwór klinowopodniebienny; 9 — otwór podoczodołowy tylny; 10 — otwór podniebienny.
M — *crista portorbitalis;* C — *tbc. articulare;* D — *proc. postglenoidalis;* B — *bulla tympanica;* P — *for. postglenoideum; tm — tuber maxillare;* VII — *for. stylomastoideum.*

maxillae), blaszka prostopadła kości podniebiennej *(lamina perpendicularis os. palatini).* kość skrzydłowa *(os pterygoideum)* i wreszcie wyrostek skrzydłowaty kości klinowej.

Na tej to ścianie przyśrodkowej widnieją liczne otwory, które ujmiemy pod postacią poniższego zestawienia, uwzględniającego kierunek ich oraz zawartość:

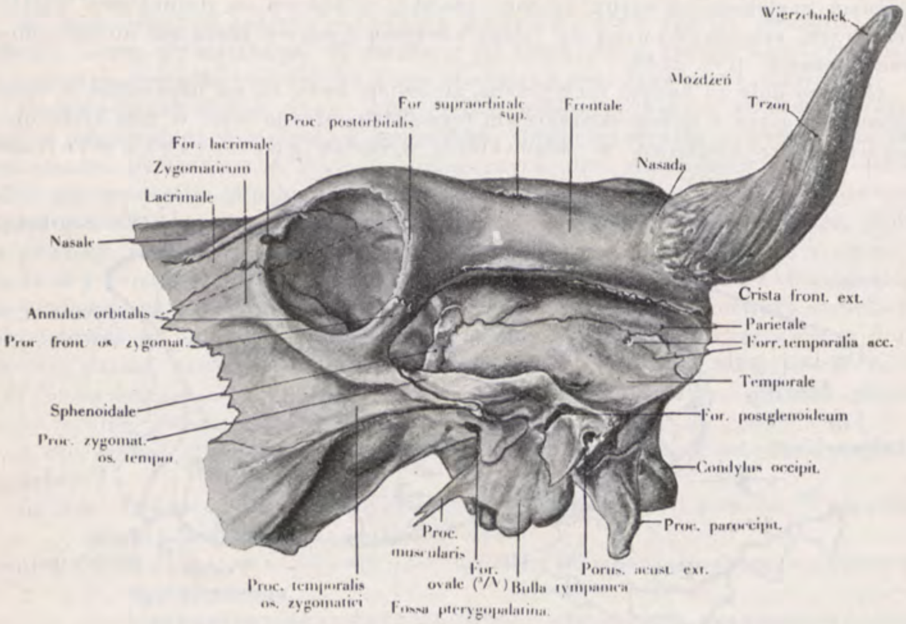
1) o t w ó r s z c z ę k o w y *(for. maxillare)* prowadzi do przewodu podoczodołowego (nerw i naczynia podoczodołowe);

2) o t w ó r k l i n o w o p o d n i e b i e n n y *(for. sphenopalatinum)* służy do połączenia dołu skrzydłowo-podniebiennego z jamę nosową (nerw i naczynia klinowopodniebienne);

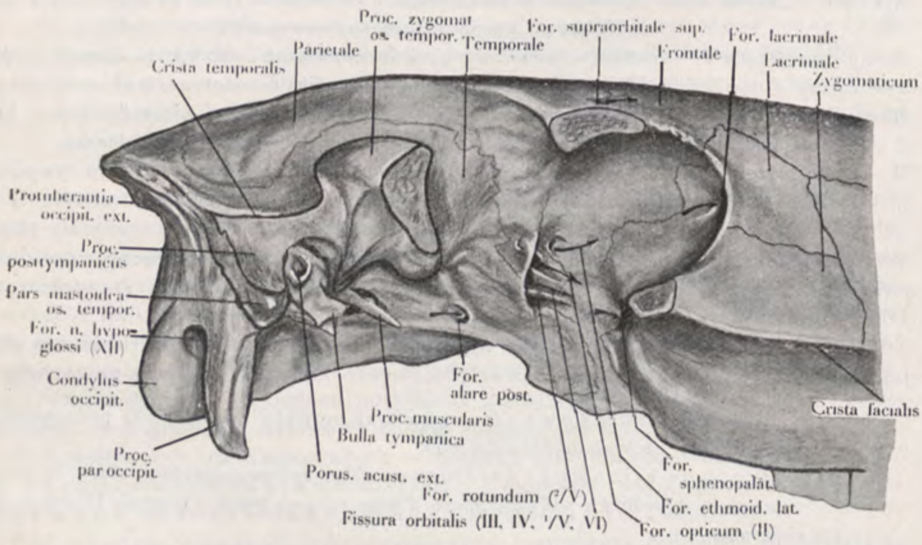
3) o t w ó r p o d n i e b i e n n y g ó r n y *(for. palatinum sup.)* stanowi wejście do — przewodu podniebiennego *(canalis palatinus),* otwierającego się na podniebie-

niu twardem—otworem podniebiennym większym *(for. palatinum majus)* (nerw i naczynia podniebienne większe);

4) o t w ó r o k r ą g ł y *(for. rotundum)* łączy jamę czaszkową z dołem skrzydłowo-podniebiennym (nerw szczękowy 2/V). U Mięsożernych i u Koniowatych otwór okrą-



Rys. 257. Okolica d o ł u s k r o n i o w e g o krowy.



Rys. 258. Okolica dołu skrzydłowo-podniebiennego i ściany przyśrodkowej oczodołu k o n i a, widziane od strony prawej.

gły nie otwiera się bezpośrednio na podstawie czaszki, lecz uchodzi do przewodu skrzydłowatego *(canalis alaris)*, przebijającego nasadę wyrostka skrzydłowego k. klinowej.

5) przewód skrzydłowaty *(canalis alaris)* służy do pomieszczenia t. szczękowej wewn. i rozpoczyna się wtyle — otworem skrzydłowatym tylnym *(for. alare post.)*, a kończy się naprzedzie — otworem skrzydłowatym przednim *(for. alare ant.)*. U Koniowatych (rys. 120) od przewodu skrzydłowego odchodzi ku górze odnoga, kończąca się na powierzchni zewnętrznej części oczodołowej k. klinowej — otworem skrzydłowatym małym *(for. alare parvum)* (rys. 256, 257, 258).

Jama czaszkowa *(cavum cranii)* zasługuje na szczególną uwagę chociażby dlatego iż służąc za pomieszczenie dla mózgowia w znacznym stopniu odpowiada zarówno jego wielkości jak i ukształtowaniu. Tem należy wytłumaczyć tak znaczne wahania w pojemności jamy w związku z przynależnością do danej rodziny, gatunku, rasy, a nawet płci u poszczególnych ssaków. Odgrywa także tutaj dużą rolę zarówno wielkość całego ssaka jak i jego wiek, w tem znaczeniu, iż zasadniczo u ssaków o znacznych rozmiarach i u osobników dorosłych, pojemność bezwzględna jamy czaszkowej jest zawsze większa. Biorąc jednak pod uwagę poniższe zestawienie da się stwierdzić, że równolegle ze wzrostem inteligencji danej istoty wzrasta i pojemność jego jamy czaszkowej, jako odpowiednika stopnia rozwoju całego mózgowia. Tem się tłumaczy, że pojemność jamy człowieka znacznie przewyższa wymiary znajdowane u innych ssaków.

A oto, krótki wykaz pojemnościowy czaszki u Naczelnych i u niektórych ssaków udomowionych, podany w cm.[3]:

	♂	♀	płci nieoznaczonej	
Europejczycy współcz.	1450	1300	—	(R. Martin)
Hottentoci	1317	1253	—	(Broca)
Człowiek pierwotny (Neanderthaleńczyk)	—	—	1408	(M. Boule)
Szympans	404	389	—	(Oppenheim)
Hylobates syndactylus	128	125	—	„
Cebus	—	—	63	„
Equidae	—	—	443-852	(R. Martin)
Bovidae	—	—	415-788	„
Canidae	—	—	42-128	„

Widzimy więc, iż wpływ przynależności zoologicznej jest zupełnie wyraźny i że pojemność bezwzględna jamy czaszkowej u osobników płci samczej jest nieco większa niż u osobników samiczych.

Według Cornevin'a pojemność jamy czaszkowej ssaków udomiowionych przedstawia się następująco:

Camelidae	550 — 820 cm.	*Caprinae*	148 — 159 cm.
Equidae	500 — 821 „	*Suinae*	102 — 177 „
Bovinae	432 — 788 „	*Ovinae*	95 — 152 „
Asinus	370 — 788 „	*Canidae*	43 — 128 „
Lama	200 — 350 „	*Leporidae*	7,5 — 10,0 „

Niemniej ważnym czynnikiem jest wpływ rasy, który stoi w niewątpliwym związku i z wielkością całego ssaka.

Według obliczeń K. Nowakowskiego (W.wa) przeciętna pojemność jamy czaszkowej ssaków udomowionych wynosiła:

	płeć?	♂	♀
Equidae (ciepłokrwiste)	— 705		
„ (zimnokrwiste)	— 640		
Bovinae (różne rasy)	— 529		
Suinae (różne rasy)	— 142		
Ovinae (wrzosówka)		104	112
Canidae (ceter)	— 115		
„ (buldog)	— 81 — 121		
„ (chart)	— 113		
„ (wilczur)	— 101		
„ (szpic)	— 69		

Powyższe dane mogą służyć, oczywiście, jedynie jako wytyczne orjentacyjne, albowiem wyciąganie wniosków ogólnych na materjale zbyt szczupłym i pod względem rasowym niezupełnie ustalonym jest ze wszech miar niewskazane.

Jamę czaszkową otaczają ściany złożone z szeregu kości. Rozróżniamy: ścianę dolną albo — dno jamy czaszkowej *(basis cranii int. s. solum cranii)* (rys. 121) oraz ścianę górną czyli — sklepienie wewnętrzne *(tegmentum cranii)*. Miseczkowate dno daje się podzielić na trzy doły wtórne: — dół czaszkowy przedni *(fossa cranii ant.)*, zajmujący odcinek przedni aż po rowek skrzyżowania nerwów wzrokowych *(sulcus chiasmatis)*, — dół czaszkowy środkowy *(fossa cranii media)*, rozpościerający się od rowka nerwów wzrokowych do kościozrostu klinowopotylicznego, wyrażającego się t. zw. — grzebieniem klinowopotylicznym *(crista sphenoccipitalis)* i wreszcie — dół czaszkowy tylny *(fossa cranii post.)*, obejmujący część tylną dna aż po krawędź górną otworu potylicznego wielkiego (rys. 121).

Najwyżej położony — dół czaszkowy przedni przedstawia naprzedzie dwa, symetrycznie rozmieszczone, obszerne zagłębienia usiane licznemi otworami łączącemi jamę czaszkową z jamą nosową. Są to — doły węchowe *(fossae olfactoriae)* kości sitowej. Przedziela je niski, pośrodkowo ustawiony, — grzebień koguci *(crista galli)*. Niezależnie od powyżej wspomnianych otworów, służących do przeiścia — nici węchowych *(fila olfactoria)* po obu stronach każdego z dołów widnieje po jednym otworze zwanym — otworem sitowym *(for. ethmoidale)*. Otwór położony bocznie zasługuje na nazwę — otworu sitowego przyśrodkowego *(for. ethmoidale med.)* i prowadzi z oczodołu do jamy czaszkowej, otwór zaś położony przyśrodkowo, a więc tuż u grzebienia koguciego nazwiemy — otworem sitowym większym *(for. ethmoidale magnum* R. P.) i łączy jamę czaszkową z jamą nosową. Zarówno jeden jak i drugi służą do przejścia naczyń i nerwu sitowego (rys. 121).

Położony na granicy z dołem środkowym rowek skrzyżowania nerwów wzrokowych prowadzi po każdej stronie do — otworu wzrokowego *(for. opticum)*, za pośrednictwem którego n. wzrokowy (n. II) przechodzi z oczodołu do jamy czaszkowej (rys. 256).

Dół czaszkowy środkowy wykazuje w części swej pośrodkowej płaski — dół przysadkowy *(fossa hypophyseos)* niekiedy np. u człowieka

kształtujący się pod postacią t. zw. — siodełka tureckiego *(sella turcica)*. Bocznie widnieje szeroki — otwór klinowooczodołowy *(for. sphenorbitale)* często (p. wyżej) podzielony na dwa otwory wtórne: — szczelinę oczodołową *(fissura orbitalis)*, przeznaczoną dla nerwów III, IV, 1/V i VI i — otwór okrągły *(for. rotundum)*, którym opuszcza jamę czaszkową druga gałęź n. trójdzielnego.

Na granicy z dołem tylnym znajdujemy — otwór poszarpany przedni *(for. lacerum ant.)*, z którego wyodrębnia się u Naczelnych, u Przeżuwaczy i u Mięsożernych — otwór owalny *(for. ovale)*, poprzez który wychodzi trzecia gałęź n. trójdzielnego.

Dół czaszkowy tylny posiada w części swej pośrodkowej kształt podłużnej rynienki, ciągnącej się w kierunku otworu potylicznego wielkiego, zwanej — stokiem *(clivus)*. Na nim to spoczywa most Varola oraz rdzeń przedłużony. Po obu stronach stoku widnieją otwory następujące: — otwór słuchowy wewn. *(porus acusticus int.)*, prowadzący do — przewodu słuchowego wewn. *(meatus acusticus int.)* a przeznaczony dla nerwów VII i VIII, — otwór poszarpany tylny *(for. lacerum post.)*, którym opuszczają jamę czaszkową nerwy IX, X i XI, — otwór nerwu podjęzykowego *(for. n. hypoglossi)* i wreszcie obszerny — otwór potyliczny wielki *(for. occipitale magnum)*, za pośrednictwem którego jama czaszkowa łączy się z — przewodem kręgosłupowym *(canalis vertebralis)*. Otwór ten jest wypełniony przez rdzeń przedłużony oraz liczne naczynia tętnicze i żylne przeznaczone dla mózgowia (ryš. 121).

Należy zauważyć, iż często (p. wyżej) dół czaszkowy tylny jest odgraniczony, w znacznej mierze, od światła pozostałej jamy czaszkowej przez poziomo ustawioną blaszkę zwaną — namiotem kostnym *(tentorium osseum)*. Namiot przymocowywuje się wtyle na powierzchni wewnętrznej łuski k. potylicznej, a po bokach na — grzebieniach skalistych *(cristae petrosae)* kości skroniowych (rys. 245).

Powierzchnia ścian jamy czaszkowej wykazuje ponadto liczne — rowki tętnicze *(sulci arteriosi)* oraz — łęki mózgowe *(juga cerebralia)* i — wyciski palczaste *(impressiones digitatae)*, stanowiące negatywy powierzchni mózgowej. Dzięki powyższym jesteśmy w stanie odtworzyć na podstawie badań jamy czaszkowej istot wykopaliskowych nietylko przypuszczalną wielkość oraz kształt mózgowia, ale nawet i niektóre szczegóły związane z fałdowaniem się kory mózgowej.

Zasadnicze pojęcia z zakresu kranjologji. Kranjologja stanowi gałęź osteologji, poświęconą badaniu ukształtowania czaszki oraz przeistoczeń jej pod wpływem najróżnorodniejszych czynników, związanych z bytowaniem danej istoty. Niewątpliwie, że nauka ta nie osiągnęłaby tak wysokiego poziomu, gdyby nie praca paleozoologów, którzy stając często w obliczu nikłych szczątków czaszki zwierząt oddawna wygasłych, byli zmuszeni na podstawie bardzo wnikliwych badań przygotowawczych, określić przynależność zoologiczną znalezionej istoty, odtworzyć budowę jej oraz określić tryb życia... Albowiem dla oka umiejącego nietylko patrzeć, ale i widzieć czaszka

przedstawia wprost niewyczerpany skarbiec wiadomości, które na podstawie innych resztek kostnych trudniejby było uzyskać[1]). Istotnie, jama czaszkowa, jako siedlisko mózgowia informuje nas o stopniu rozwoju władz umysłowych; ukształtowanie uzębienia, układu szczękowego i łuku jarzmowego świadczą o sposobie odżywiania się i wreszcie jama nosowa i oczodół są wykładnikami narządów węchu i wzroku (rys. 115).

Przy badaniu jakiejkolwiek czaszki posiłkujemy się jednocześnie dwiema zasadniczemi metodami, z których jedna polega na bezpośredniem wyławianiu cech charakteryzujących dany rząd, rodzinę, gatunek lub rasę, druga zaś, zmierzająca zresztą ku temu samemu celowi, posiłkuje się złożoną techniką pomiarów i obliczeń (kranjometrja), umożliwiająca dokładnie liczbowo określenie badanych cech. Nie mogąc na tem miejscu wchodzić w szczegóły, które znajdzie Czytelnik w piśmiennictwie podanem na wstępie, pragnąłbym tutaj zwrócić jedynie uwagę na pewne ogólne wytyczne, które winny kierować okiem obserwatora biorącego w ręce czaszkę jakiegokolwiok ssaka.

A więc, przedewszystkiem dość duże znaczenie posiada sama — wielkość czaszki, z której wnioskować możemy o przypuszczalnych rozmiarach całego ssaka. Niekiedy może wystarczyć do tego celu nawet niewielki ułamek kości wzgl. część czaszki (np. żuchwa), co aż nazbyt często zdarza się paleontologom. Rozumie się, samo przez się, że podobna praca odtwórcza wymaga bardzo poważnego przygotowania anatomicznego, ale z drugiej strony staje się znakomitą szkołą dla kształcenia »zmysłu morfologicznego«. Nie należy jednak przypuszczać, że stosunek między wielkością czaszki, a wielkością całego ustroju jest czemś stałem... Przeciwnie już oddawna zwrócono uwagę, że w przedmiocie tym zachodzić mogą dość znaczne wahania, a które posiadają bardzo duże znaczenie zwłaszcza przy ocenie ras. Koń zimnokrwisty posiada przeciętnie większą czaszkę (makrocefaliczną), aniżeli koń ciepłokrwisty (mikrocefaliczną) i t. d. Należy również wziąść pod uwagę: — wiek (osobnicy młodzi posiadają stosunkowo większą głowę aniżeli osobnicy dorośli), — płeć (u samców głowa jest nieco większa), — pochodzenie i t. p. Dalej poddamy analizie: charakter uzębienia, ukształtowanie żuchwy, budowę podniebienia twardego i łuku jarzmowego. W ten sposób uzyskamy z łatwością bardzo cenne informacje dotyczące rodzaju pokarmu, jakiem się dany ssak żywi. Istotnie, jak wielką jest różnica w ukształtowaniu

[1]) Przynajmniej tak się sprawa przedstawia dzisiaj! Trudno przewidzieć czy »jutro« nie zmusi nas do odmiennego poglądu...

żuchwy istoty mięsożernej (duży wyrostek skroniowy, szczupła powierzchnia przyczepu żwacza!) i np. Gryzoni (silny rozwój gałęzi żuchwy! niedorozwinięty wyrostek skroniowy rys. 219). To samo da się powiedzieć co się tyczy budowy podniebienia twardego, szczęk (bezzębna krawędź zębodołowa k. międzyszczękowej u Przeżuwaczy!), łuku jarzmowego i t. d.

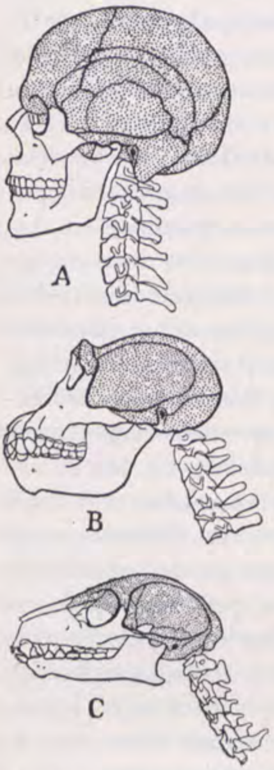
Stan szwów (zachowane, zatarte) daje przybliżone wiadomości dotyczące wieku, a wyniosłości i wgłębienia kostne, pokrywające niektóre odcinki czaszki (np. tarcza karkowa, grzebień twarzowy konia, dół żwaczowy żuchwy u Mięsożernych) wskażą o stopniu rozwoju odpowiednich mięśni. Na tem nie koniec!.

Ponieważ mięśnie nie są u wszystkich ssaków jednakowo rozwinięte, a jeżeli chodzi szczególnie o mięśnie przeznaczone do nagryzania pokarmu, a więc mięśnie układu żwaczowego dostosowywujące się dokładnie do rodzaju pobieranej żywności, to wyciskają one swe piętno na czaszce pod postacią grzebieni wzgl. dołów, z których nietrudno jest już odczytać zakres ich działalności. A więc, np. silny grzebień strzałkowy zewn., głęboki dół skroniowy i dobrze rozwinięty (długi i szeroki) wyrostek skroniowy żuchwy świadczą, iż mamy do czynienia z ssakiem otwierającym szeroko szparę ustną w czasie nagryzania, a więc z istotą mięsożerną. Kontrola przeprowadzana na uzębieniu i budowie stawu żuchwowego będzie ostatecznym sprawdzianem trafności rozpoznania. Jeżeli tak charakterystycznym dla Mięsożernych był stopień rozwoju stopień rozwoju m. skroniowego, to odwrotnie u istot roślinożernych, a zwłaszcza u tych, które pobierają pokarm treściwy, suchy (np. Koniowate, Gryzonie, Słoniowate) główną rolę odgrywa mięsień żwacz *(masseter)*. Stwierdzamy to badając kształt i rozmiary łuku jarzmowego i gałęzi żuchwy (p. opis żuchwy). U ssaków wodnych *(Cetacea)* i odżywiających się owadami *(Insectivora, Edentata, Xenarthra)* równolegle z uwstecznieniem uzębienia spostrzegamy charakterystyczny niedorozwój łuku jarzmowego i żuchwy (rys. 229), co wskazuje na to, iż istoty te nie potrzebują silnego umięśnienia, przy pobieraniu pokarmu.

W taki to sposób, każdy ze szczegółów architektury czaszkowej, tak trudnych niekiedy do pamięciowego przyswojenia, wprowadza anatoma w istotę obecnego ustosunkowania się danego ssaka do świata zewnętrznego, umożliwia poznanie pełnej zagadek jego przeszłości, wyjaśnia stopień pokrewieństwa w stosunku do istot jemu podobnych i t. p. Żadnej z cech, kryjących się w obszernem mianownictwie anatomicznem, nie należy uważać tylko za balast przeciążający umysł lecz jedynie za dobór kluczy, otwierających tajemnicę bytowania.

Powracając jednak do naszej analizy, nie omieszkamy w dalszym ciągu zwrócić uwagę na stosunek między trzewioczaszką, jako wyrazicielką życia roślinnego i mózgowioczaszką odzwierciadlającą życie psychiczne i wreszcie na kształt czaszki jako całości (rys. 259).

W tym kierunku różnice są bardzo znaczne! Istotnie, jeżeli z jednej umieścimy czaszkę np. człowieka, a z drugiej czaszkę jakiegokolwiek ssaka zpośród Mięsożernych, Kopytnych, Gryzoni, Owadożernych i t. p., to nawet oko niedoświadczone z łatwością stwierdzi, iż podobieństwo między niemi jest bardzo oddalone.



Rys. 259. Stosunek mózgowioczaszki do trzewioczaszki u człowieka (A), u szympansa (B) i u maki (*Lemuroidea*) (wg. M. Boule'a).

U człowieka naskutek niebywałego rozrostu mózgowia z jednoczesnem uwstecznieniem aparatu szczękowego, czaszka przybrała postać kulistą (rys. 259 A), przyczem przewaga po stronie mózgowioczaszki jest zupełnie wyraźna. Kość czołowa podniesiona (»czoło«!) odcina się, jak u żadnego innego ssaka, od skróconych kości nosowych, jama nosowa o błędniku sitowym szczątkowym, cofa się pod nasuwającą się nań bardzo powiększoną jamą czaszkową (rys. 137); zarówno szczęki jak i żuchwa są skrócone, w części spojeniowej żuchwy powstaje wyniosłość bródkowa (»podbródek«), oczodoły zwrócone ku przodowi i oddzielone blaszką kostną od dołów skroniowego i skrzydłowo-podniebiennego, tarcza karkowa wysklepiona przybrała postać wycinka kuli, otwór potyliczny wielki przesunięty ku przodowi w obręb podstawy... Oto, najważniejsze cechy charakteryzujące czaszkę ludzką (rys. 259 A). U pozostałych Naczelnych, a nawet u ras wykopaliskowych człowieka (✝ *Homo Heidelbergensis,* ✝ *Homo Neandertalensis)* kształt czaszki jest już bardziej zbliżony do postaci, jaką przybiera u innych ssaków, a którą postaramy się tu w kilku słowach scharakteryzować (rys. 259). Jest ona, mniej lub bardziej, wyciągnięta wzdłuż i raczej niska; sklepienie mózgowioczaszki przechodzi nieznacznie w sklepienie jamy nosowej, brak czoła! obydwa składniki trzewioczaszki t. j. okolica nosowa i szczękowa silnie wysunięte ku przodowi (prognatyzm!), błędnik sitowy przedstawia budowę bardzo złożoną (makrosma-

t y z m!), tarcza karkowa płaska, otwór potyliczny wielki skierowany ku tyłowi, oczodoły umieszczone po bokach są typu otwartego (np. Mięsożerne) (rys. 106) lub niedomkniętego (np. Przeżuwacze, Koniowate) (rys. 192), pojemność jamy czaszkowej niewielka, płytka spojeniowa żuchwy tworzy płaszczyznę zwróconą ku tyłowi i dołowi (brak »p o d b r ó d k a«) i t. d. Powyższe dane odnoszą się oczywiście li tylko do większości ssaków, albowiem i tutaj jesteśmy często świadkami dość znacznych odchyleń w ogólnem ukształtowaniu czaszki, spowodowanych najprzeróżnorodniejszemi czynnikami. Tak więc np. w rodzinie psów choć u większości ras znajdziemy stosunki odpowiadające podanemu szablonowi, to jednak czaszkę c h a r t a musimy wyodrębnić pod postacią odrębnego typu — t y p u d ł u g i e g o, natomiast czaszkę b u l d o g a określamy jako — k r ó t k ą lecz s z e r o k ą.

U S ł o n i o w a t y c h czaszka jest — w y s o k a a (rys. 201) a np. u delfina nadmiernie — n i s k a (rys. 194). Pierwsze zawdzięczają wysokość czaszki silnemu rozwojowi zatok przynosowych, czaszka zaś delfina uległa spłaszczeniu i wydłużeniu naskutek przystosowania do środowiska wodnego. *Leporidae* (rys. 193) i niektóre inne ssaki wykazują jeszcze bardziej odmienny typ budowy czaszki, a który charakteryzuje się znacznem przesunięciem oczodołów w kierunku dośrodkowym, dzięki czemu cała czaszka jest jakgdyby podzielona (»t y p d w u d z i e l n y«) na dwie części, spojone li tylko za pośrednictwem cienkiej — p r z e g r o d y m i ę d z y o c z o d o ł o w e j *(septum interorbitale)* na: — część przednią, obejmującą trzewioczaszkę i na — część tylną odpowiadającą mózgowioczaszce.

Dalej, zwrócimy uwagę na obecność — n a r o s t k ó w i charakter ich (P e ł n o r o g i e: *Cervidae* i P u s t o r o g i e: *Bovinae, Caprinae, Antilopinae* i t. d.), na budowę dołu żuchwowego (głęboki, płytki, skierowany poprzecznie, podłużnie i t. d.), na kształt i kierunek przewodu słuchowego zewn. i części bębenkowej k. skroniowej (puszka bębenkowa, przewód krótki, długi, skierowany bocznie lub ku górze...), na wielkość otworu podoczodołowego (Gryzonie!), na otwór poszarpany (niepodzielny czy podzielony na dwa wtórne), na kształt i stopień wysklepienia podniebienia twardego (szczelina podniebienna, otwór, wzgl. szczelina siekaczowa; otwory podniebienne np. u *Leporidae*, zachyłek podniebienny u Mięsożernych, na podniebienie (wydłużone, krótkie, wąskie, szerokie, płytkie, głębokie...). Na długość i budowę — p r z e w o d u n o s o w o g a r d ł o w e g o k o s t n e g o *(ductus nasopharyngeus osseus)*, na ukształtowanie i położenie kości łzowej (puszka łzowa Przeżuwaczy), niewystępująca z obrębu oczodołu kość łzowa u Mięsożernych, ilość i położenie otworów łzowych, dół łzowy u wielu

zpośród *Caprinae* i *Cervinae*, na budowę ścian oczodołu (zasięg kości podniebiennej i kości łzowej, grzebień oczodołowy u Mięsożernych[1]) i t. d.), na kształt, budowę i położenie otworu gruszkowatego, na budowę wyrostków zębodołowych szczęki i żuchwy (czy istnieje krawędź bezzębna i gdzie? i t. d.). Temat jest oczywiście zbyt obszerny, by mógł się pomieścić w ciasnych ramach niniejszego szkicu, muszę się więc zadowolić stwierdzeniem, iż zasadniczo niema takiej cechy kranjologicznej, której niemożnaby wykorzystać dla celów rozpoznawczych!

Jeżeli chodzi o ssaki udomowione, to analiza rozpoznawcza obraca się w tak ciasnym kręgu, iż nie powinna zasadniczo nastręczać żadnych trudności. Temniemniej podam tutaj kilka ogólnych wytycznych, któremi w wątpliwościach należy się kierować.

Zestawienie cech rozpoznawczych czaszek niektórych ssaków. Poniższe zestawienie uwzględnia jedynie te z pośród najważniejszych cech, które służyć mogą do celów rozpoznawczych, a przeto wszystkie znamiona, które powtarzają się pod tą samą postacią u innych ssaków, zostały tutaj całkowicie pominięte.

Czaszka konia:

1) Oczodół typu niedomkniętego o pierścieniu oczodołowym zamkniętym i w budowie którego bierze udział wyrostek jarzmowy kości skroniowej (rys. 147).

2) Łuk jarzmowy wysyła w obręb kości jarzmowej i szczęki wyniosłą i ciągłą listewkę-grzebień trzonowy *(crista facialis)*, sięgający aż po płaszczyznę, przeprowadzoną przez trzeci przedtrzonowiec.

3) Płaska kość łzowa jest wyposażona w dwa guzki: jeden — wyrostek łzowy przedni *(proc. lacrimalis ant.)* znajduje się w środku powierzchni twarzowej kości, drugi zaś — wyrostek łzowy tylny *(proc. lacrimalis post.)* widnieje na samej krawędzi oczodołowej. Otwór łzowy *(for. lacrimale)* zajmuje położenie oczodołowe.

4) Wtyle od otworu słuchowego zewn. a przed częścią sutkową widnieje blaszkowaty wyrostek łuski kości skroniowej — wyrostek zabębenkowy *(proc. posttympanicus)*.

5) Obydwie k.k. żuchwowe spajają się już w pierwszych miesiącach życia w jedną niepodzielną — żuchwę. Pozatem charakteryzuje tę ostatnią — gałęź, której krawędź tylna jest równomiernie wypukła i przechodzi bez wyraźnej granicy w — kąt *(angulus mandibulae)*. Krótki — wyrostek skroniowy *(proc. temporalis)* zmierza wprost ku górze.

6) Wysoko położone grzebienie ciemieniowe k.k. ciemieniowych stapiają się w połowie długości k. k. ciemieniowych w pośrodkowo ustawiony — grzebień strzałkowy *(crista sagittalis)*. Dół skroniowy jest rozległy lecz płytki.

7) Kość międzyszczękowa zawiera trzy głębokie zębodoły siekaczowe. Otwór siekaczowy jest bardzo drobny.

8) Podstawę wyrostka skrzydłowatego przebija — przewód skrzydłowaty *(canalis alaris)*, do którego uchodzi otwór okrągły.

9) Otwór okrągły jest oddzielony od — szczeliny oczodołowej.

10) Otwór poszarpany tylny *(for. lacerum post.)* łączy się szeroko z — otworem poszarpanym przednim *(for. lacerum ant.)*. Na krawędzi przedniej tego ostatniego widnieją dwa wcięcia: — wcięcie szyjnotętnicze *(incisura carotica)* i — wcięcie owalne *(incisura ovalis)*.

---

[1]) Grzebień oczodołowy *(crista endorbitalis* R. P.) występuje w stanie zaczątkowym i u Parzystokopytowców.

11) Krawędź boczna kości nosowej na całym swym przecięciu przylega ściśle do kości łzowej, do szczęki i do kości międzyszczękowej.

12) Guzowatość potyliczna wewn. tworzy słabo wyrażony — namiot kostny *(tentorium osseum)*.

Czaszka osła. Odróżnienie czaszki osła od czaszki końskiej wymaga pewnej zaprawy anatomicznej, temniemniej możliwe jest na podstawie cech następujących:

1) Wyrostek łzowy przedni *(proc. lacrimalis ant.)* jest umieszczony w samym szwie nosowołzowym *(sut. nasolacrimalis)*, a nie jak to ma miejsce u konia, u którego wspomniany wyrostek leży w środku powierzchni twarzowej kości łzowej.

2) Guzowatość potyliczna zewn. jest silniej wyrażona aniżeli u konia i bardziej wysunięta ku tyłowi.

3) Wyrostek zaoczodołowy *(proc. postorbitalis)* jest szerszy i mocniej wystaje wbok, dzięki czemu zarys oczodołu przybiera postać zbliżoną do czworoboku.

Czaszka bydła:

1) *Supraoccipitale* nie bierze udziału w ograniczeniu otworu potylicznego wielkiego.

2) Sięgające aż po grzebień karkowy, kości czołowe spychają kości ciemieniowe w obręb tarczy karkowej i ścian dołów skroniowych.

3) Od otworu oczodołowego ciągną się dwa rowki, z których jeden kieruje się wtył a drugi ku przodowi.

4) Otwór łzowy *(for. lacrimale)* mieści się na samej krawędzi pierścienia oczodołowego.

5) Kość międzyszczękowa pozbawiona zębodołów siekaczowych i kłowych (podobnie jak u wszystkich Przeżuwaczy).

6) Możdżenie są osadzone tuż ponad tylnym odcinkiem grzebienia skroniowego.

7) Na powierzchni zewn. szczęki widnieje niewielkie wzniesienie — guz twarzowy, stanowiący homologon silnie rozwiniętego u *Equidae* — grzebienia twarzowego *(crista facialis)*.

8) Krawędź boczną kości nosowej oddziela od szczęki i od kości łzowej wąska — szczelina łzowa *(fissura lacrimalis)*.

9) Otwór siekaczowy *(for. incisivum)* jest zastąpiony przez obszerną, niedomkniętą naprzedzie — szczeliną siekaczową *(fissura incisiva)*.

10) Żuchwa jest pozbawiona wcięcia przedżwaczowego *(incisura praemasseterica)*.

Czaszka owcy:

1) Na powierzchni zewnętrznej kości łzowej widnieje płytkie wgłębienie — dół łzowy.

2) Grzbiet nosa jest wypukły.

3) Szew ciemieniowopotyliczny ma przebieg ściśle poprzeczny.

4) Odległość między obu możdżeniami jest znaczna.

Czaszka kozy:

1) Kość łzowa jest pozbawiona dołu łzowego.

2) Grzbiet nosa ma kształt wklęsły.

3) Szew ciemieniowiopotyliczny tworzy kątowe załamanie, wciskające się między obydwie kości ciemieniowe.

4) Przestrzeń przedzielająca możdżenie jest niewielka, same zaś możdżenie są wyraźnie spłaszczone w kierunku poprzecznym.

Czaszka świni:

1) Oglądana od strony sklepienia, czaszka ma kształt klina mocno wyciągniętego w kierunku strzałkowym o podstawie, odpowiadającej tarczy karkowej i o wierzchołku utworzonym przez kości międzyszczękowe. (rys. 163).

2) Pierścień oczodołowy jest typu otwartego.

3) Od podstawy wyrostka jarzmowego kości skroniowej odchodzi ku górze tępy — guz jarzmowy *(tuber zygomaticum)*.

4) Otwór słuchowy zewn. jest zwrócony ku górze i prowadzi do b. długiego przewodu słuchowego *(meatus acusticus ext.)*.

5) Kość potyliczną cechuje obecność b. wysokiego i silnie rozwiniętego wyrostka przypotylicznego *(proc. paroccipitalis)*.

6) Na krawędzi pierścienia oczodołowego widnieją dwa — otwory łzowe *(forr. lacrimalia)*.

7) Naskutek silnego rozwoju kłów łęki ich *(juga alveolaria canina)* tworzą na szczęce wybitne wzniesienia (rys. 141).

8) Żuchwę charakteryzuje obecność licznych — otworów podbródkowych *(forr. mentalia)*.

Czaszka psa:

1) Pomijając nieliczne wyjątki czaszkę psa należy zaliczyć do czaszek typu długiego o silnie wyrażonym grzebieniu strzałkowym.

2) Grzbiet nosa ma postać wklęsłą (rys. 228).

3) Pierścień oczodołowy wykazuje wtyle szeroką przerwę (»typ otwarty«).

4) Szew międzyczołowy ma kształ rynienki.

5) Płaszczyzna otworu gruszkowatego kieruje się wyraźnie wdół i ku przodowi.

Czaszka kota:

1) Jak u wszystkich Kotowatych *(Felidae)* czaszka wykazuje wybitny typ krótkogłowy, dzięki czemu przybiera postać kulistą (rys. 174).

2) Niewspółmiernie duże oczodoły otacza pierścień oczodołowy typu otwartego lecz którego — przerwa *(diastema orbitalis* R. P.) jest stosunkowo wąska.

3) Grzbiet nosa ma kształt wypukły.

4) Otwór gruszkowaty leży w płaszczyźnie czołowopionowej.

5) Podniebienie jest szerokie lecz płaskie.

6) Otwór podoczodołowy leży w bliskiem sąsiedztwie krawędzi podoczodołowej.

Odróżnienie czaszki królika, od czaszki zająca jest dosyć trudne, i opiera się głównie na różnicach nietyle jakościowych, ile wielkościowych. A więc, np. kość nosowa królika jest stosunkowo dłuższa ale węższa, otwór słuchowy zewnętrzny większy, a kość łzowa jest położona niżej aniżeli ma to miejsce w czaszce zająca.

Powyższa analiza różniczkowa nie uwzględniała zupełnie cech związanych z uzębieniem, a które odgrywa doniosłą rolę w dziedzinie kranjologji. Nie uwzględniłem również cech rasowych, te jednak wchodzą już raczej w zakres anatomji konstytucjonalnej.

KOŚĆ GNYKOWA.

Kość gnykowa *(hyoideum)*. Pod nazwą—kości gnykowej ujmujemy zespół jednostek kostnych, umieszczonych w przednim odcinku szyi bezpośrednio wtyle od żuchwy a tuż ponad krtanią (rys. 260).

Zasadniczo posiada ona postać kostnej pętli, zawieszonej swemi dwoma ramionami na kościach skroniowych obu stron, a obejmującej od dołu jamę gardłową *(pharynx)*. Wtyle kość gnykowa łączy się za

pośrednictwem — błony gnykowotarczowej *(membrana hyothyreoidea)* z krawędzią przednią — chrząstki tarczowatej *(cart. thyroidea)* krtani (rys. 261).

Śledząc rozwój tej kości przychodzimy do wniosku, że należy ją uważać za produkt skostnienia dwóch łuków skrzelowych, a mianowicie — łuku gnykowego *(arcus hyoideus)* i — pierwszego łuku skrzelowego właściwego *(arcus branchialis I)*. Wnikając w istotę kości gnykowej przychodzimy do przeświadczenia, iż powstać ona mogła jedynie w obrębie środowiska lądowego, w którem to łuki skrzelowe mogły przyjąć inną rolę aniżeli tę, dla których zostały utworzone. W każdym bądź razie stanowi ona jaskrawy dowód, że okolica w której jest ona umieszczona, mam na myśli okolicę gardłową, pełniła ongiś funkcje oddechowe w środowisku wodnem.

Ze względu na to, iż pamięciowe opanowanie pochodnych łuków skrzelowych nastręcza zazwyczaj pewne trudności, nie zawadzi krótki rzut oka na poniższy wykaz syntetyczny:

z łuku:	powstają:	pochodne:
1-go czyli — żuchwowego		młoteczek, kowadełko oraz kości pokrywowe trzewioczaszki.
2-go czyli — gnykowego		strzemionko, wyrostek gnykowy kości skroniowej oraz — gałęź przednia i — część przednia trzonu kości gnykowej.
3-go czyli — pierwszego łuku skrzelowego właściwego (I)		— gałęź tylna i — część tylna trzonu kości gnykowej.
4-go czyli — drugiego łuku skrzelowego właściwego (II)		chrząstka tarczowata krtani. *(cart. thyreoidea)*
5-go czyli — trzeciego łuku skrzelowego właściwego (III)		

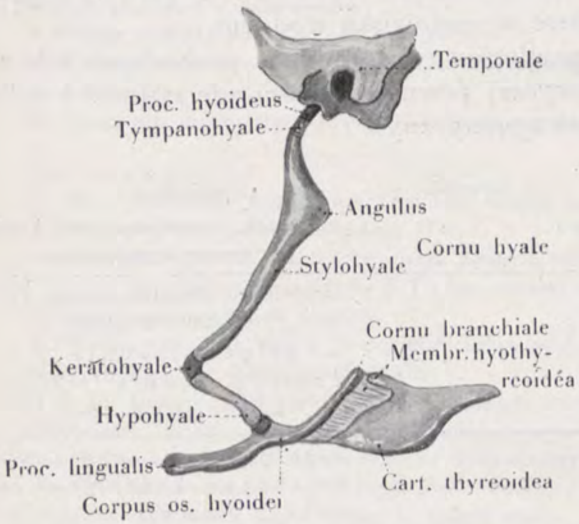
Obydwa wymienione łuki skrzelowe łączą się ze sobą w ten sposób, że w kości gnykowej należy rozróżnić dwie zasadnicze części — gałęź przednią *(cornu hyale)* i — gałęź tylną *(cornu branchiale)*, związane wdole wspólnym — trzonem *(corpus os. hyoidei)*.

Tego rodzaju stosunki mogą uchodzić za pewne uproszczenie w porównaniu z budową kości gnykowej u gadokształtnych, u których w skład opisywanej kości poza łukiem gnykowym

i pierwszym łukiem skrzelowym wchodzi ponadto łuk skrzelowy drugi. Podobny obraz obserwujemy zresztą i u najniższych przedstawicieli zpośród ssaków, mam na myśli Stekowce.

Obydwie gałęzie różnią się między sobą nietylko położeniem, ale także wielkością i budową. Najczęściej — gałęź przednia znacznie przewyższa długością — gałęz tylną (u człowieka odwrotnie!) (rys. 260), a ponadto, podczas gdy ta ostatnia kształtuje się pod postacią blaszki jednolitej, gałęź przednia ulega zazwyczaj rozczłonkowaniu na szereg jednostek kostnych, połączonych między sobą zmienną ilością tkanki chrząstkowej.

Ze względu na to, iż sprawa kostnienia łuku gnykowego posiada różny przebieg u poszczególnych ssaków, a przeto i budowa gałęzi przedniej ulega znacznym odchyleniom. Niechcąc wprowadzać utrudnienia i w tak dość zawiłe zagadnienie, ograniczymy się na tem miejscu opisem tylko dwóch, zasadniczych typów budowy kości gnykowej, a mianowicie stosunków panujących u — Koniowatych i u — człowieka.



Rys. 260. Układ gnykowy Koniowatych w związku z kością skroniową i krtanią.

U *Equidae* — trzon kości gnykowej *(corpus os. hyoidei;* syn: *basis, basihyale, copula)* (rys. 260) posiada kształt poprzecznie ułożonej, krótkiej blaszki kostnej, od której odchodzi ku przodowi i nieco ku górze spłaszczony poprzecznie — wyrostek językowy *(proc. lingualis* syn. *proc. entoglossus).* Podobny wyrostek występuje również u *Ruminantia,* u *Rodentia* i u *Xenarthra* jest on jednak u nich znacznie krótszy, choć może nieco grubszy.

Jak już z samej nazwy wynika, wyrostek językowy znajduje się w ścisłym związku z językiem, a mianowicie z jego umięśnieniem. Nie stanowi to jednak cechy swoistej owego wyrostka, albowiem, zasadniczo rzecz biorąc, cała kość gnykowa może być uważana za pomocniczy narząd języka w tem znaczeniu, iż tworzy ona rodzaj kostnego rusztowania, na którem znajdują przyczep liczne mięśnie językowe.

Od trzonu odchodzą dwie gałęzie, a więc — gałęź przednia *(cornu hyale)* i — gałęź tylna *(cornu branchiale I)*.

Gałęź przednia *(cornu hyale)* składa się u *Equidae* (rys. 260) z czterech jednostek kostnych i chrząstkowych, łańcuchowato ułożonych jedna nad drugą od trzonu aż po kości skroniową. Pierwszy odcinek, umieszczony tuż nad trzonem, nosi nazwę — części podstawnej *(hypohyale)* i ma kształt listewki skierowanej ku przodowi i lekko ku górze. Końcem swym tylnym część podstawna łączy się z trzonem i z podstawą gałęzi tylnej, końcem zaś przednim z drobną kostką lub chrząstką, stanowiącą część drugą albo — część spojeniową *(keratohyale)* (rys. 260). Część rylcowata *(stylohyale)* ma kształt bardzo wydłużonej, dość szerokiej lecz cienkiej blaszki, ciągnącej się ukośnie od części spojeniowej w kierunku kości skroniowej. W pobliżu tej ostatniej część rylcowata tworzy zwrócony ku tylowi t. zw. — kąt *(angulus)*, a który jest znacznie lepiej rozwinięty u Przeżuwaczy. Ostatni odcinek gałęzi przedniej stanowi niewielka — część bębenkowa *(tympanohyale)*. Łączy ona kość gnykową z czaszką, przyczem częściowo kostniejąc zrasta się ona z kością skroniową tworząc na niej opisany uprzednio — wyrostek gnykowy *(proc. hyoideus)* (p. str. 266).

Gałęź tylna *(cornu branchiale s. thyreohyale)* jest u Koniowatych znacznie krótsza od gałęzi przedniej, wcześnie zrasta się z trzonem i wreszcie jest połączona z chrząstką tarczowatą krtani za pośrednictwem szerokich pasem więzadłowych (rys. 260).

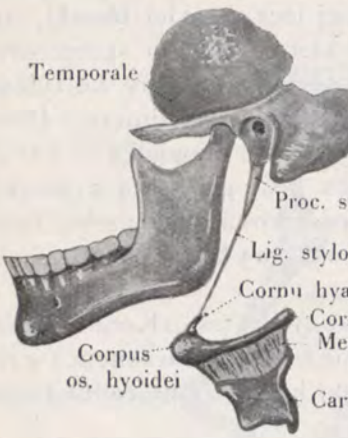
U Przeżuwaczy gałęź tylna przez dłuższy okres czasu zachowuje niezależność i dopiero u osobników starszych chrząstkozrost, łączący trzon z gałęzią, ulega skostnieniu.

U człowieka (rys. 261) kość gnykowa posiada zgoła odmienny kształt, ze względu na to, że tym razem gałęź tylna jest znacznie dłuższa od gałęzi przedniej. Pozatem stwierdzamy cały szereg różnic, które w krótkości tu wyłożymy. A więc, trzon nie posiada zupełnie wyrostka językowego; — gałęź przednia, zwana również w antropoanatomji — rogiem mniejszym *(cornu minus)*, jest bardzo krótka, odpowiada bowiem jedynie części podstawnej *(hypohyale!)* gałęzi przedniej Koniowatych i Przeżuwaczy.

Zarówno — część spojeniowa *(keratohyale)*, jak i znaczny odcinek — części rylcowatej *(stylohyale)* wykazują budowę włóknistą i są opisywane pod nazwą — więzadła rylcowognykowego *(lig. stylohyoideum)* (rys. 261). Ciągnie się ono od kości gnykowej do — wyrostka rylcowatego k. skroniowej *(proc. styloideus)*, a któryto wyrostek należy uznać za skostniały odcinek

pozostałej części rylcowatej i za skostniałą część bębenkową *(tympanohyale)*. Jak wiadomo, nawiązały one ścisłą łączność z kością skroniową i tylko więzadło rylcowognykowe jest ostatnim śladem stosunków pierwotnych.

Gałęź tylna *(cornu branchiale)*, zwana w antropoanatomji — rogiem większym *(cornu majus)*, nie wykazuje żadnych cech zasługujących na szczególną uwagę. A więc, jak już z samej nazwy wynika jest ona znacznie dłuższa od gałęzi przedniej i jest ściśle połączona z trzonem. Krawędź dolna rogu tylnego (rys. 261) jest połączona z krawędzią górną chrząstki tarczowatej krtani za pośrednictwem — błony gnykowotarczowatej *(membrana hyothyreoidea)*.



Rys. 261. Układ gnykowy człowieka, przedstawiony w jego związku z kością skroniową i krtanią.

Jak wspomniałem, rozczłonkowanie gałęzi przedniej u innych ssaków bywa bardzo różne i zależy głównie od tego, które odcinki łuku gnykowego i w jakim stopniu uległy skostnieniu. Stosunki opisane u Koniowatych i u człowieka można uważać za ramy, w obrębie których zachodzą wszelkie możliwe odchylenia.

Jeżeli chodzi o dynamikę kości gnykowej to należy pamiętać że będąc związana za pośrednictwem licznych pasem mięśniowych z żuchwą i z krtanią uczestniczy ona w ruchach obu tych narządów. Pozatem niewątpliwie bierze ona udział i w ruchach gardła, co się wyraża łatwo stwierdzalnem unoszeniem jej w czasie połykania. Niestety znajomość bjomechaniki kości gnykowej pozostawia dotychczas wiele do życzenia.

Układ więzadłowy kości gnykowej. Kość gnykowa znajduje się we względnej równowadze statycznej dzięki obecności dwóch pasem więzadłowych, z których jedno — więzadło rylcowognykowe *(lig. stylohyoideum)* (rys. 261) ciągnie się od wyrostka gnykowego wzgl. od twonu analogicznego kości skroniowej do końca gałęzi przedniej, drugie zaś, szeroka — błona gnykowotarczowata *(membrana hyothyreoidea)* łączy gałęź tylną z krtanią.

Ściśle rzecz biorąc do układu więzadłowego kości gnykowej należałoby również zaliczyć wszystkie, a tak liczne, mięśnie wiążące ją z żuchwą, z mostkiem i z krtanią.



C. KOŃCZYNY.

Kończynami *(extremitates)* nazywamy wyosobnione części ściany bocznej tułowia, pełniące czynności narządów ruchu.

Rozróżniamy dwie — kończyny przednie *(extremitates ant.)* oraz dwie — kończyny tylne *(extremitates post.)*. Zasługuje na uwagę, że u żadnego z kręgowców większej ilości kończyn ponad cztery nie spotykamy naskutek czego zaliczamy je wszystkie do — istot czterokończynowych *(tetrapoda)*.

Gdy jest mowa o kończynach ma się na myśli, przedewszystkiem, zmianę położenia ciała w stosunku do otaczającego go świata. A więc, przemieszczalność ustroju... Zapomina się tutaj jednak, może zbyt łatwo, o cechach i narządach niezmiennie towarzyszących narządom

Rys. 262. *Felis pardus* L. Na czatach w księżycowej poświcie... (obraz art. mal. A. R. Dugmore). Zwrócić uwagę na spoczynkowe położenie kończyn przednich cechujące Mięsożerne a do których rzadko uciekają się Kopytne, wyposażone w silniejsze zginacze.

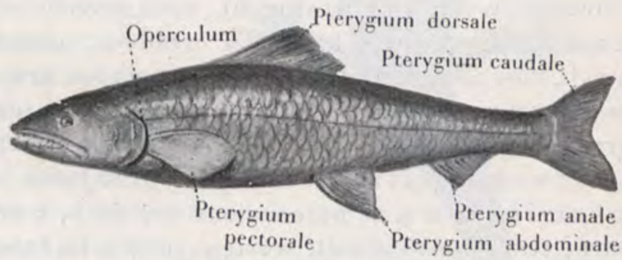
przenosinowym. Nietrudno się domyśleć że chodzi mi tutaj o współzależność morfologiczną i czynnościową narządów przenosinowych z narządami zmysłów i z układem nerwowym. Wszak roślinność skazana na bezruch i wystawiona na stosunkowo mało zmieniające się bodźce świata zewnętrznego, nie zdołała, a może i nie miała wielkiej potrzeby, wyosobnić z łona swych tkanek swoiste receptory i neurony, któreby każdorazowo przygotowywały i nastawiały ustrój w kierunku coraz to nowych wymagań i potrzeb... Widok nawet najbardziej urozmaiconego krajobrazu lecz uparcie niezmiennego i niemożność czynnego doń ustosunkowania się nie może przecież działać pobudzająco na sprawę różnicowania się tkanek!... I przeciwnie, każdy krok naprzód, wbok lub wtył stawia ustrój obdarzony narządami przenosinowemi w nowe, a niekiedy w nawskroś różne, środowisko, w stosunku do którego ustrój musi zająć ściśle określoną postawę, pewne stanowisko, wymagające bardzo dokładnych informacji ze strony receptorów i niekiedy bardzo dokładnych wskazówek ze strony układu nerwowego. I odwrotnie, skreślenie z inwentarza tkanki nerwowej i tak blisko z nią spokrewnionej tkanki receptorycznej, musi pociągnąć za sobą nieuniknienie unieruchomienie całego ustroju i wepchnięcie go w ramy bytowania roślinnego. Przypuszczam że co do tego nie może być dwóch zdań...

1. R o z w ó j r o d o w y k o ń c z y n. W żadnym chyba ze składników kośćca poza czaszką nie przejawia się w równym stopniu wpływ otoczenia i warunków bytowania jak w budowie kończyn! Wszak one to ostatecznie wespół z układem nerwowym rozstrzygają, w głównej mierze, o wynikach walki o byt, w której zwinność i szybkość przemieszczania całego ciała w kierunku zdobycia pożywienia, lub ucieczki przed niebezpieczeństwem, odgrywa tak wielką rolę... Bodaj większą aniżeli brutalna siła!... W imię owej dążności do »panowania nad przestrzenią« powstaje ze ścian bocznych tułowia (rys. 263) układ narządów, posiadających nader korzystne warunki dla zapewnienia ustrojowi tej szybkości, która w danem środowisku jest nieodzowna. Pochodzenie kończyn świadczy zatem, że wypowiada się przez nie wzrastająca konieczność odciążenia ścian tułowia z zadań o charakterze przenosinowym (rys. 264).

W związku z bardzo odmiennemi własnościami środowisk, zamieszkiwanych przez kręgowce, zarówno budowa jak i kształt kończyn wyraża się w licznych postaciach, napozór zupełnie sobie obcych, w rzeczywistości jednak, stanowiących tyleż warjacji na jeden i ten sam temat. Bo i jakaż nić podobieństwa wiązać może kończynę lotną ta-

kiego np. nietoperza z kończyną grzebną kreta lub kończyną nośną Kopytnych? Kończynę chwytną Naczelnych i płetwokształtną kończynę pławną Płetwonogich lub Syrenowatych? Pozornie, powtarzam nic, choć w rzeczywistości wszystkie one są tworami wpełni równowartościowemi (homologicznemi) o wspólnym rodowodzie i o wspólnem pochodzeniu, różnie tylko wymodelowanemi przez wielką kuźnię życia! Nasuwają się tutaj pełne wyrazu słowa, twórcy współczesnej morfologji dynamicznej, F. Houssay'a, iż: *»Świat kosmiczny na podobieństwo szerokiego strumienia przepływa przez istotę ciał żywych: zmienia ją i sam ulega przeistoczeniu«*. Możnaby również zastosować tutaj jedną z podstawowych zasad anatomji porównawczej, która brzmi: *»czynność stwarza narząd, warunki życia przekształcają go«*.

Ażeby to zrozumieć, ażeby móc się wczytać w przebogatą treść zawartą w budowie kończyn ssaków, jest wprost nieodzownym krótki rzut oka wstecz na ich »rodowód« i na zmienne koleje ich losów.



Rys. 263. Schemat układu płetwowego ryby. Zwrócić szczególną uwagę na: torpedowaty pokrój całego ciała, sprzyjający przemieszczalności w środowisku wodnem oraz na rozmieszczenie płetw parzystych *(pterygia pectoralia, pterygia abdominalia)* i płetw nieparzystych *(pterygium dorsale, pterygium caudale, pterygium anale)*, z których tylko płetwa ogonowa stanowi właściwy narząd napędowy.

Już oddawna stwierdzono, że kończyny Lądowców wykazują między sobą tak znaczne podobieństwa istotne, pomimo licznych różnic wtórnych, że pomysł sięgnięcia do ich wspólnego prażródła nasuwał się sam przez się. W ten sposób ujrzała światło dzienne jedna z teorji tłumaczących powstanie kończyn — teorja płetwowa (Theacher — 1878; Mivart — 1879; Balfour — 1881; Dohrn — 1884; Wiedersheim — 1892). Wyprowadza ona kończyny Lądowców z pomocniczych narządów ruchu, jakiemi są — płetwy parzyste ryb *(pterygia s. pinnae)* (rys. 263). Nie są to jeszcze, w ścisłem tego słowa znaczeniu, narządy napędowe, rolą tą bowiem jest obarczony cały tułów, a zwłaszcza silnie umięśniony jego odcinek ogonowy, temniemniej pełnią one ważną czynność sterowania i utrzymywania całego ciała na pewnym, stałym poziomie.

Rozróżniamy: parę — płetw piersiowych *(pterygia pectoralia)* i parę — płetw brzusznych *(pterygia abdominalia)*. Zarówno

jedne jak i drugie mają kształt szerokich lecz cienkich blaszek, przytwierdzonych do ścian bocznych tułowia za pośrednictwem półkolistych płytek szkieletowych, zwanych — obręczami kończynowemi. Ze względu na to, że płetwy parzyste nie posiadają jeszcze charakteru kończyn napędowych, a są jedynie kończynami kierunkowemi, obręcze kończynowe spoczywają wolno w miąższu ścian tułowia, nie nawiązując bliższej łączności z kręgosłupem.

Pozostałe płetwy noszą nazwę — płetw nieparzystych (rys. 263). Są to: — płetwa grzbietowa *(pterygium dorsale)*, — płetwa odbytnicza *(pterygium anale)* oraz — płetwa ogonowa *(pterygium caudale)*. Z płetw tych dwie pierwsze należą do układu sterowniczego, właściwym zaś narządem napędowym jest płetwa ogonowa.

W skład każdej z płetw wchodzi znaczna ilość krótkich jednostek chrząstkowych (lub kostnych), związanych więzozrostami, z których część umieszczona u krawędzi wolnych, układa się pod postacią licznych, równolegle poukładanych pręcików, przypominających do pewnego stopnia układ palców, a noszących nazwę — promieni *(radii)* (rys. 265). Tego rodzaju budowę kończyny zwiemy — kończyną płetwokształtną *(ichthyopterygium)* albo — kończyną wielopromieniową, w przeciwieństwie do — kończyny rękokształtnej *(cheiropterygium)*, występującej u Lądowców. Wprawdzie kończyna płetwokształtna różni się wielce od typu, który zwykliśmy nazywać kończyną, i to nietylko pod względem kształtu ale i swej bjomechaniki, pomimo bowiem swej budowy dość złożonej, działa ona w charakterze pojedyńczej dźwigni, temniemniej winna być uważana za pierwocinę kończyny rękokształtnej.

Z chwilą przejścia ze środowiska wodnego w środowisko gazowe, warunki bytowania uległy gruntownym zmianom, kładąc piętno na ukształtowaniu całego ustroju a zwłaszcza na budowie kończyn. Istotnie, jeżeli z jednej strony ciężar uległ względnemu zwiększeniu (prawo Archimedesa!), to jednak z drugiej strony zarówno ciśnienie jak i opór środowiska (gazowe!) przyjęły wartość stosunkowo nieznaczną. Z powyższego wynika, iż poruszanie się na lądzie wymaga naogół ze strony ustroju większego wysiłku aniżeli to miało miejsce w środowisku wodnem i że zmniejszenie oporu środowiska, mogło wpłynąć korzystnie w kierunku wykonywania ruchów szybkich.

Należy również zauważyć, że ryba, której ciężar gatunkowy niewiele się różni od ciężaru gatunkowego wody, znajduje się w warunkach prawidłowych jakgdyby w stanie pewnego zawieszenia w swem środowisku, natomiast Lądowce, w taki lub w inny sposób, są zmuszo-

ne stale opierać się o nieustępliwe podłoże, wywierające ciśnienie na powierzchnię brzuszną tułowia...

Z elementarnej mechaniki wiemy, że zpośród najprzeróżnorodniejszych przemieszczalności lądowych, przemieszczalność kołowa jest najwygodniejsza, należałoby więc oczekiwać, że zasada zaoszczędzania zbytecznych wysiłków, tak ściśle przez ustroje żywe przestrzegana, wyrazi się i w podobnej budowie kończyn... Jeżeli jednak tak nie jest, to przyczyna tego jest niezmiernie prosta: konstrukcja kołowa stanowi idealny środek przemieszczalności tylko na terenie poziomym równym i twardym, natomiast na gruncie falistym, najeżonym najróżnorodniejszemi przeszkodami, jak to zwykle bywa w przyrodzie, staje się zgoła niepożądana. Jest rzeczą aż nadto zrozumiałą, iż kształtowanie się kończyn musiało się liczyć li tylko z tą drugą ewentualnością, czemu przypisać należy taką a nie inną postać kończyn.

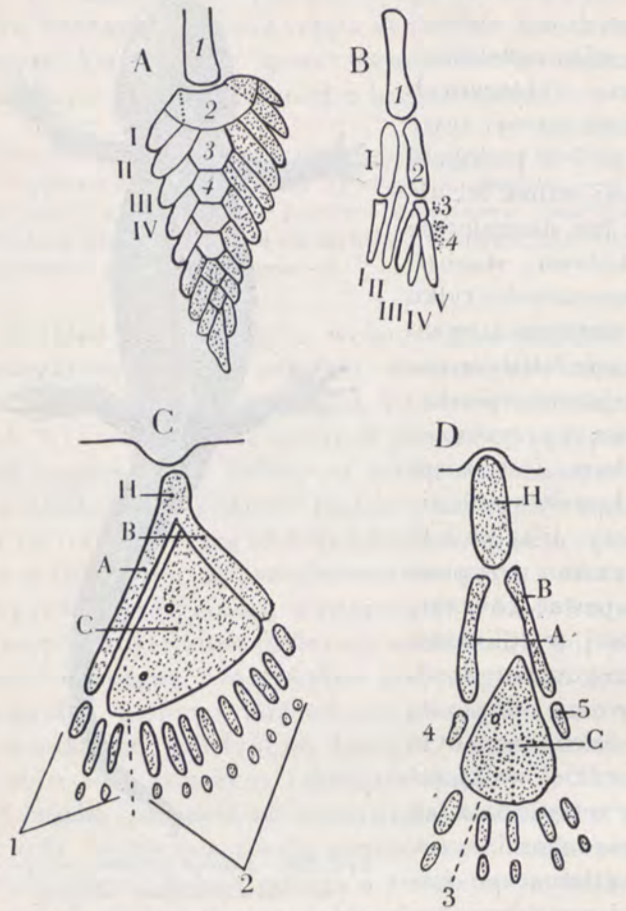


Rys. 264. Aksolotl *(Siredon pisciformis* Shaw.*)*, widziany od góry. Zwrócić szczególną uwagę na cechy następujące: 1) brak wyosobnienia szyi; 2) kształt wrzecionowaty ciała; 3) na rozwój odcinka ogonowego tułowia i wreszcie 4) na charakterystyczne ustawienie kończyn. Podobne cechy stwierdzamy nietylko u płazów ale i u większości gadów lądowych.

Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że przeistoczenie się kręgowców wodnych w kręgowce lądowe nie odbyło się raptownie, z dnia na dzień, lecz było wynikiem mozolnej i ciężkiej walki, jaka musiała się odbyć w zetknięciu z tak bardzo odmiennemi warunkami życia. Tem właśnie należy wytłumaczyć zjawisko, że zwierzęta lądowe pierwotne (płazy, gady) zachowały jeszcze wiele znamion cechujących kręgowce wodne. A więc, jeżeli chodzi o kształt zewnętrzny ciała i jego dynamikę, to w dalszym ciągu odcinek szyjny nie wyosabnia się od pozostałych części tułowia a odcinek ogonowy nadal pozostaje dobrze rozwinięty (rys. 264). Głównym narządem ruchu, narządem napędowym jest wciąż jeszcze ogon, a częściowo i tułów, niedorozwinięte zaś wątłe kończyny pełnią rolę raczej podrzędną, nie będąc w sta-

nie unieść na stałe krępego, spłaszczonego, wlokącego się po podłożu tułowia...

Zasługuje na nadmienienie że wiele noworodków zpośród ssaków (np. u Mięsożernych) zanim nie osiągnie ostatecznej postawy w czasie chodu, wykazuje szerokie rozstawienie wątłych kończyn, umożliwiające jedynie czołganie się po podłożu nakształt płazów. Jest rzeczą jasną że w danym przypadku odgrywa doniosłą rolę niedorozwój umięśnienia kończynowego. U Kopytnych noworodek nieomal natychmiast po przyjściu na świat staje na wyprostowanych kończynach!



Rys. 265. Sprawa przekształcania się—*ichthyopterygium* (A, C) w — *cheiropterygium* (B, D) według poglądów H. Braus'a (A, B) i H. Klaatsch'a (C, D). Promienie kończynowe wykropkowane w rys. A są odcinkami ulegającemi u Lądowców uwstecznieniu.

Skróty dla rys. A i B oznaczają: 1 — zaczątek kości ramiennej; 2 — zaczątek kości łokciowej; 3 — zaczątek kości promieniowej; 3, 4 — promienie kończynowe zaosiowe (np. kość dodatkowa); I — V — zaczątki palców.

Skróty dla rys. C i D oznaczają: H — zaczątek kości ramiennej; B — zaczątek kości łokciowej; A — zaczątek kości promieniowej; C — zaczątek kości nadgarstka; 1 — promienie kończynowe przedosiowe; 2 — promienie kończynowe zaosiowe; 3 — domniemana oś *autopodium;* 4 — *praepollex;* 5 — *accessorium.*

Postaci przejściowych między — kończyną płetwokształtną *(ichtyopterygium)* kręgowców wodnych i — kończyną rękokształtną *(cheiropterygium)* Lądowców niestety nie znamy.

Z nielicznych zresztą hipotez, usiłujących nawiązać łączność morfologiczną między płetwą ryb i kończyną Lądowców, wspomnimy tutaj tylko o dwóch. Są to

poglądy C. Emery'go (1894) i H. Klaatsch'a (1896) z jednej strony i H. Braus'a (1900) z drugiej. Odległość podanych dat od chwili bieżącej wskazuje jasno że myśl anatomiczna mało się posunęła w tym kierunku... Albowiem i w dniu dzisiejszym nie pozostaje nam nic innego jak gubić się w domysłach, które są równie nieco zawieszone w próżni jak ongiś. Należy przypuszczać że sprawa nie ruszy z miejsca dopóki nowe odkrycia paleozoologiczne nie wzbogacą naszych wiadomości z okresu »lądowania« pierwotnych Lądowców.

Zarówno C. Emery jak i H. Klaatsch wyprowadzają kończynę Lądowców z płetw ryb, będących obecnie na wywarciu, *Crossopterygii* (np. *Polypterus)* (rys. 265 C i D). Jak widać, część nasadowa płetwy — H (rys. 265 C) łączy się z kłykciem obręczy barkowej, wdole zaś ulega rozdwojeniu na dwa ramiona, z których jedno (A) nosi nazwę — promienia przedosiowego, a drugie, umieszczone wtyle (B), zwie się — promieniem zaosiowym. Obydwa ramiona obejmują jednolitą płytkę (C). Z końcem promienia przedosiowego łączy się szereg promieni wtórnych przedosiowych (1), z wolną zaś krawędzią płytki i z końcem promienia zaosiowego wiąże się większa ilość promieni wtórnych zaosiowych (2).

Otóż, przekształcenie owego ichthyopterygium w cheiropterygium miałoby polegać (rys. 265 D) na: 1) wyosobnieniu się części nasadowej kończyny w jednostkę niezależną, stanowiącą kość ramienną wzgl. kość udową jeżeli chodzi o kończynę tylną (H), z jednoczesnem przeistoczeniem się kłykcia obręczy barkowej w — panewkę; 2) usamodzielnienie się dwóch kości podramienia (wzgl. goleni) kosztem promienia przedosiowego (A) i promienia zaosiowego (B); 3) płytka podstawna rozpada się na szereg jednostek, przedstawiających—nadgarstek wgl.—stęp i wreszcie 4) większość promieni wtórnych ulega uwstecznieniu, te zaś które pozostają tworzą palce.

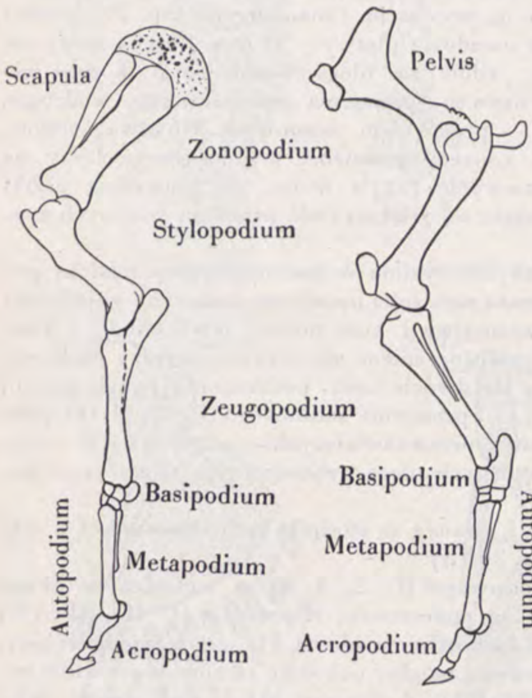
Punktem wyjścia dla poglądów H. Braus'a są stosunki zachodzące także u ryb, ale tym razem u *Neoceratodus* (rys. 265 A).

I tutaj po obu stronach zrębu osiowego (1, 2, 3, 4) są umieszczone liczne promienie wtórne, z których jedne są umieszczone naprzedzie (I, II, III, IV) a pozostałe wtyle (zakropkowane). Jednostką nasadową (1) jest usamodzielniony twór, który w kończynie typu lądowego, mógłby uchodzić za homologon kości ramiennej wzgl. kości udowej (rys. 265 B 1). Z dalszych składników zrębu osiowego mogłyby się rozwinąć kości podramienia (goleni) oraz kościec palca V, pozostałe zaś palce (I — IV) miałyby za swe genetyczne podłoże promienie przedosiowe (I — IV) płetwy (rys. 265 A). Co się tyczy promieni wtórnych zaosiowych to większość z nich ginie bez śladu, te zaś które pozostają tworzą jedną z kostek nadgarstka, t. zw. kość dodatkową *(accessorium;* rys. 265 B 3, 4).

Jak widzimy obydwie teorje są pod wielu względami do siebie podobne, obydwie rzucają światło na niektóre zagadnienia, pozostawiając inne w mglistych niedomówieniach, co zmusi wreszcie do znalezienia właściwszej drogi wytłumaczenia pochodzenia kończyn.

Przegląd ukształtowania kończyn lądowych rozpoczniemy od płazów i gadów, których większość wykazuje stosunki bardzo pierwotne (rys. 264). A więc, już u nich kończyny ulegają rozczlonkowaniu na trzy wyraźne odcinki, stanowiące tyleż zasadniczych dźwigni. W ten

sposób nieomal sztywna, a w każdym razie pod względem bjomechanicznym jednolita, kończyna płetwowa przeistacza się w rozczłonkowaną, a więc złożoną, kończynę kręgowców lądowych. Wspomniane odcinki noszą nazwy: I — odcinka nasadowego *(stylopodium)*, II — odcinka przejściowego *(zeugopodium)* i III — odcinka wolnego *(autopodium)* (rys. 266). Jak już z samych nazw wynika, — odcinek nasadowy stanowi tę część kończyny, która łączy się z tułowiem, a więc część początkową, — odcinek zaś wolny tworzy jej zakończenie albo punkt oparcia o podłoże.



Rys. 266. Odcinkowanie kończyn, przedstawione na stosunkach zachodzących u Koniowatych.

Podobnie jak to ma miejsce u ryb, i u kręgowców lądowych każda z kończyn jest przytwierdzona do ścian tułowia za pośrednictwem łuku kostnego, mogącego ulec rozczłonkowaniu, łuku który nazywamy — obręczą kończynową *(zonopodium)*. Rozróżniamy: — obręcz kończynową przednią albo — obręcz barkową, stanowiącą oparcie dla kończyn przednich, oraz — obręcz kończynową tylną albo — obręcz miedniczną pełniącą podobną rolę w stosunku do kończyn tylnych (rys. 266). Należy zauważyć że zpośród obu obręczy jedynie obręcz miedniczna wykazuje wyraźną dążność do nawiązania ścisłej łączności z kośćcem osiowym tułowia tj. z kręgosłupem.

Zasługuje na podkreślenie, że plan budowy obu kończyn — przedniej i — tylnej jest zupełnie identyczny (rys. 266). Odcinkowi więc nasadowemu kończyny przedniej odpowiada takiż odcinek nasadowy w kończynie tylnej i t. p., w praktyce jednak noszą one odmienne nazwy, które podaję w poniższem zestawieniu, uwzględniającem również i obręcze kończynowe.

W kończynie przedniej *(extremitas ant.)*		W kończynie tylnej *(extremitas post.)*
	I. *Zonopodium* (obręcz kończynowa)	
obręcz barkowa *(cingulum extremitatis ant.)*		obręcz miedniczna *(cingulum extremitatis post.)*
	II. *Stylopodium* (odcinek nasadowy)	
ramię *(brachium)*		udo *(femur)*
	III. *Zeugopodium* (odcinek przejściowy)	
podramię *(antebrachium)*		goleń *(crus)*
	IV. *Autopodium* (odcinek wolny)	
ręka *(manus)*		stopa *(pes)*

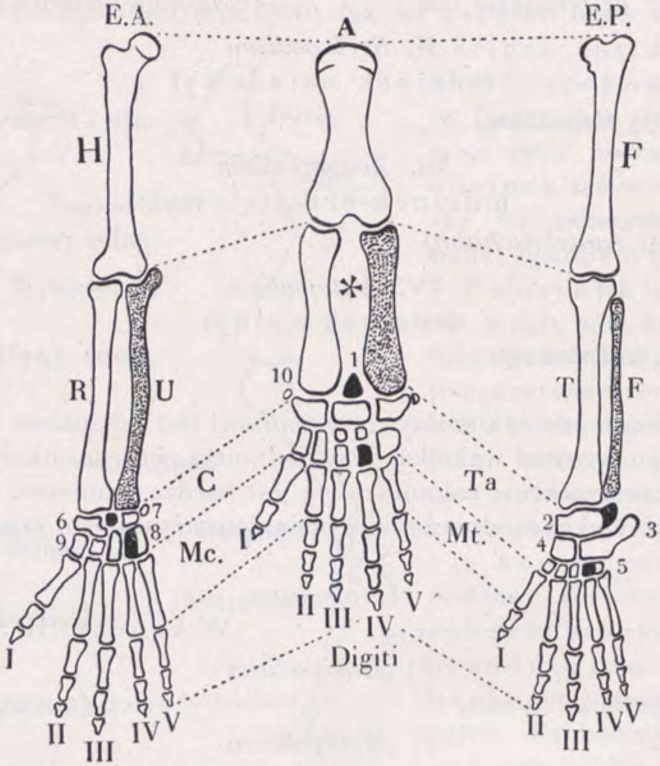
Ściśle biorąc odcinek wolny *(autopodium)* jest odcinkiem złożonym, w skład jego bowiem wchodzą trzy jednostki wtórne, ukształtowanie których oraz znaczenie czynnościowe jest bardzo odmienne (rys. 267). A oto, ich wykaz z jednoczesnem podaniem używanego mianowictwa:

	Autopodium	
W kończynie przedniej		W kończynie tylnej
	1) *Basipodium*	
nadgarstek *(carpus)*		stęp *(tarsus)*
	2) *Metapodium*	
śródręcze *(metacarpus)*		śródstopie *(metatarśus)*
	3) *Acropodium*	
palce rąk *(digiti manus)*		palce stopy *(digiti pedis)*

Zpośród owych trzech odcinków, najbardziej uproszczoną budowę posiada — odcinek nasadowy *(stylopodium)*, w skład jego bowiem wchodzi tylko jedna kość długa, która jest — kością ramienną *(humerus)* w kończynie przedniej, a — kością udową *(os femoris)* w kończynie tylnej (rys. 267).

W skład — odcinka przejściowego *(zeugopodium)* wchodzą dwie długie jednostki kostne — przednia i — tylna. Jednostką przednią w kończynie przedniej jest — kość promieniowa *(radius)*, w kończynie tylnej — kość piszczelowa *(tibia)*; jednostką tylną

w kończynie przedniej jest — kość łokciowa *(ulna)* a w kończynie tylnej — kość strzałkowa *(fibula)*, (rys. 267). W piśmiennictwie anatomoporównawczem kość promieniowa i kość piszczelowa uchodzą za składniki przedosiowe natomiast kość łokciowa i kość strzałkowa noszą nazwę składników zaosiowych.



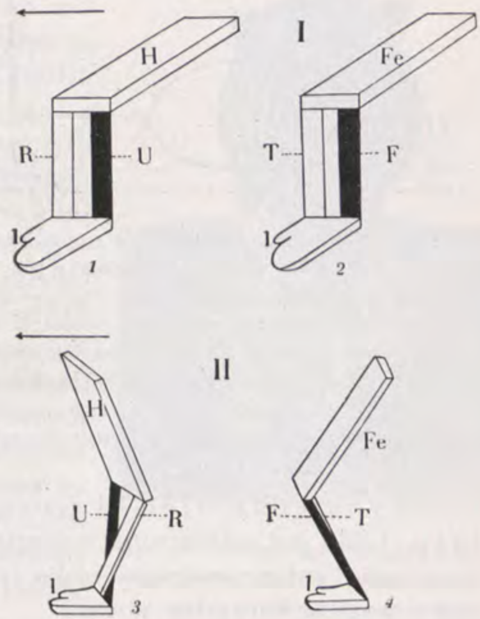
Rys. 267. Plan budowy kończyn ssaków (bez obręczy kończynowych!).
A. postać wyjściowa; E.A. kończyna przednia i E.P. kończyna tylna ssaków.
W podramieniu składnik przedosiowy pozostał w barwie białej, składnik zaś zaosiowy został oznaczony kropkowaniem.
Znaczenie skrótów: H.—k. ramienna, R.—k. promieniowa, U.—k. łokciowa, F.—k. udowa, T.—k. piszczelowa, F.—k. strzałkowa, * przestrzeń międzykostna podramienia *(spatium interosseum antebrachii)*, C—nadgarstek *(carpus)*, Ta—stęp *(tarsus)*, Mc—śródręcze *(metacarpus)*, Mt—śródstopie *(metatarsus)*.

Nad budową złożoną odcinka końcowego *(autopodium)* przejdziemy chwilowo do porządku dziennego, pragnę tutaj tylko zaznaczyć że — *acropodium* kręgowców lądowych nie wykazuje nigdy większej ilości palców ponad pięć (rys. 267). Pięciopalczastość kończyn Lądowców *(pentadactyla!)* stanowi zasadę, od której zachodzić mogą

odstępstwa jedynie w kierunku in minus. Często zachodzący objaw zmniejszania się liczby palców nazywamy — strącaniem palców (redukcją palcowa). Będzie o niem mowa przy opisie kończyny przedniej (rys. 267).

Tak się przedstawia budowa kończyn u płazów i gadów, a która pozostanie zachowaną i nadal u ssaków. Cała więc sprawa nie zasługiwałaby na większą uwagę, gdyby nie niewspółmiernie słaby stan rozwoju kończyn u płazów i gadów i bardzo odmienne stosunki ich odcinków, które sprawiają że zwierzęta te nie chodzą, lecz wykonywują ruchy ujmowane pod nazwą — czołgania (rys. 264). Powodem tego stanu rzeczy jest, jak wspomniałem, pewien niedorozwój kończyn, które są niepomiernie słabe w odniesieniu do ciężkiego tułowia, oraz swoisty układ stosunków, charakteryzujących typ — kończyny czołgowej.

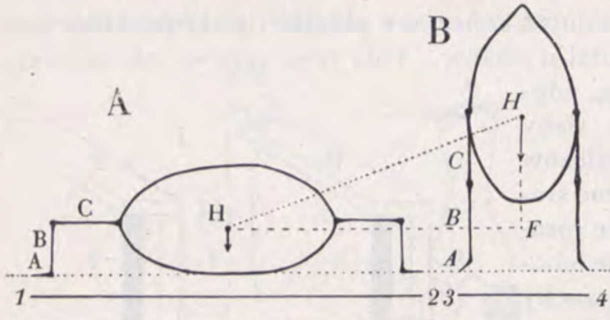
A więc, u płazów i u większości gadów — odcinek nasadowy *(stylopodium)* obu kończyn odchodzi prostopadle wbok od długiej osi tułowia i jest ułożony poziomo (rys. 268, 269); w — odcinku przejściowym *(zeugopodium)* obydwie kości są ustawione do siebie równolegle, a prostopadle w stosunku do podłoża a pozatem łączą się one bezpośrednio z końcem dolnym odcinka nasadowego (rys. 267 A).



Rys. 268. Schemat, przedstawiający stosunki odcinków kończynowych u gadów (I) i u ssaków (II), przed i po dokonaniu się obrotu kończyn. Jak widać stan rzeczy u ssaków (II) mógł dojść do skutku dzięki uniesieniu się i obrotowi odcinków stylopodjalnych, przyczem ów obrót odbył się w *stylopodium* przedniem—ku tyłowi(!) a w *stylopodium* tylnem — ku przodowi(!). H—k. ramienna, Fe—k. udowa, R—k. promieniowa, U—k. łokciowa, T—k. piszczelowa, F—k. strzałkowa, 1. palec pierwszy. Strzałka oznacza kierunek osi pośrodkowej ciała.

W kończynie przedniej bardziej wysuniętą ku przodowi jest — kość promieniowa, w kończynie tylnej zaś — kość piszczelowa. Odcinek wolny *(autopodium)* opiera się całą swą powierzchnią dłoniową wzgl. podeszwową o podłoże kierując krótki — palec I, odpowiadający stro-

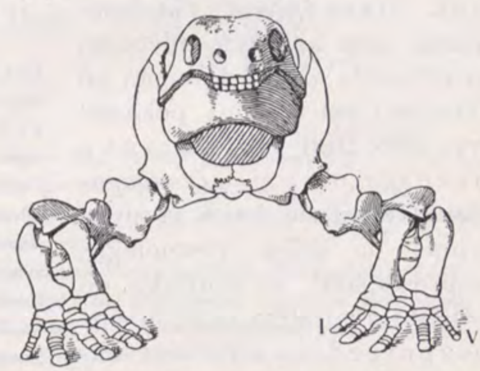
nie kości promieniowej (w kończynie przedniej) wzgl. kości piszczelowej (w kończynie tylnej!), kończyny ku — p r z o d o w i. N a j d ł u ż s z y m j e s t p a l e c IV, mający za zadanie zahaczanie się kończyny o podłoże. K o ś c i s ą k r ó t k i e i g r u b e. Słabo wykształcony trzon jak gdyby ukrywa się pod silnie nabrzmiałemi i zaopatrzonemi w potężne wyrostki nasadami (rys. 267 A, 270). Stawy nadgarstka i stępu posiadają charakter więzozrostów, co wskazuje na znikomą swobodę ich ruchów. T u ł ó w z w i e r z ę c i a n i e w s p i e r a s i ę n a k o ń c z y n a c h, l e c z j e s t p o ł o ż o n y m i ę d z y n i e m i i s z e r o k o r o z p o ś c i e r a s i ę n a p o d ł o ż u. Ciało jest spłaszczone w kierunku pionowym. Środek ciężkości zwierzęcia jest umieszczony nisko (rys. 269 A). Warunki zachowania równowagi są korzystne w stanie spoczynku płazogadu i niekorzystne przy starcie i w czasie ruchu.



Rys. 269. Schematy, przedstawiające stosunki kończyn i tułowia u gadów (A) i u ssaków (B).
A. *autopodium*, B. *zeugopodium*, C. *stylopodium*, H. miejsce położenia środka ciężkości ciała, HF. różnica w wysokości położenia środka ciężkości ciała u gadów i u ssaków, 1-2 wielkość powierzchni oparcia ciała u gadów (A), 3-4 taż sama wielkość u ssaków (B). Ponadto poleca się zwrócić uwagę na różnicę w kształtach przekrojów poprzecznych tułowia.

Przyjrzyjmy się zkolei stosunkom panującym w typie — k o ń c z y n n o ś n y c h, charakterystycznych dla — s s a k ó w! (rys. 269 B, 271). Otóż, naskutek uwstecznienia ogona, czynności jego napędowe musiały przejąć wyłącznie kończyny (a przedewszystkiem — k o ń c z y n y t y l n e!), które stały się odtąd właściwemi narządami przemieszczalności.

Odbywa się to w sposób na-



Rys. 270. ✝ *Diadectes phaseolinus* Cope (wg. E. C. Case'a), widziany od przodu.
Zwraca uwagę: niezwykle krępa budowa całego kośćca tego przedstawiciela gadów pierwotnych (✝ *Cotylosauria)*, charakterystyczne ustawienie kończyn (por. z rys. 271!), budowa obręczy barkowej i czaszki.

stępujący: silnie zbudowane i wydłużone kończyny zsuwają się dośrodkowo, w kierunku płaszczyzny pośrodkowej ciała, i podsuwają się pod tułów powodując stopniowe uniesienie jego ponad poziom podłoża (rys. 268 II). W ten sposób wysoko zawieszony tułów wspiera się obecnie na czterech, mniej lub bardziej, wyprostowanych kończynach, ucisk których spłaszcza tułów w kierunku poprzecznym (a więc odwrotnie aniżeli to ma miejsce u płazów i gadów rys. 269B). Kończyny stają się narządami — podporowemi pod względem statycznym i — napędowemi pod względem dynamicznym. Środek ciężkości ciała leży teraz znacznie wyżej, przez co warunki zachowania równowagi pogarszają się (rys. 269 B). Nie jest to jednak niekorzystne z punktu widzenia mechaniki ruchów! W dalszym ciągu odcinek szyjny tułowia, a więc szyja wyosabnia się z ram tułowia i zwiększa stopień swej ruchomości, pozwalając przez to na większą swobodę ruchów głową! Jak widzimy, byłoby to już wiele (formalny przewrót w ukształtowaniu ciała!), gdyby nie to, iż jednak największe zmiany obserwujemy w samych kończynach. Zwrócimy tutaj uwagę jedynie na kilka zasadniczych zjawisk, bez znajomości których zrozumienie budowy kończyn ssaków jest wprost niepodobieństwem.



Rys. 271. *Hippotigris quagga chapmani* Layard (fot. dr. Adolfa Rząśnickiego).
W przeciwieństwie do płazogadów, u ssaków kończyny są umieszczone pod tułowiem, które to przemieszczenie nazwiemy — zsunięciem kończyn. Zsunięcie kończyn nie u wszystkich ssaków ma jednakową postać, pełny jednak wyraz osiąga ono nie w postawie stojącej lecz dopiero w chodzie i w biegu. Pilna obserwacja tego rysunku pozwala stwierdzić ruch ksobny prawej kończyny przedniej, który to ruch bywa słabiej zaznaczony u innych przedstawicieli Koniowatych, natomiast u Kotowatych wyraża się jeszcze wybitniej.

Rozpoczniemy od — odcinka nasadowego *(stylopodium)*. A więc, z położenia poziomego kończyny czołgowej, odcinek nasadowy przyjmuje położenie nieomal pionowe, wykonywując jednocześnie obrót, kierunek, którego jest wręcz odmienny dla obu par kończyn (rys. 268 II). W — kończynie przedniej kość ramienna obraca się ku tyłowi przez co jej powierzchnia pierwotnie górna staje się obecnie powierzchnią tylną (!) powierzchnia zaś dolna zwraca się ku przodowi! (rys. 268 II).

Staw łokciowy (»łokieć«), który u płazów i u gadów skierowany był wbok (rys. 270), obecnie kieruje się ku tyłowi (rys. 272, 273). Nie pozostaje to bez wpływu na układ stosunków odcinka przejściowego i odcinka wolnego! Istotnie, ten ostatni początkowo zwrócony wbok, w kończynie nośnej kieruje się wprost ku przodowi. Palec I przyjmuje dzięki temu położenie przyśrodkowe, zniewalając ściśle z nim związaną kość promieniową do skrzyżowania od przodu kość łokciową. W wyniku powyższego kości odcinka przejściowego nie leżą już do siebie równolegle, czego byliśmy świadkami w typie kończyny czołgowej, lecz się wzajemnie krzyżują (rys. 268 II).



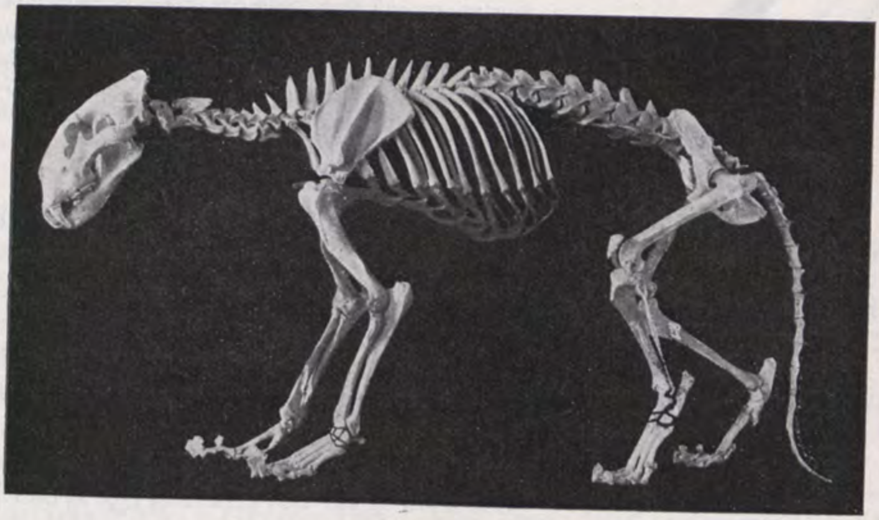
Rys. 272. Postać człowieka w postawie czworonożnej. Zwrócić uwagę na kierunek stawu łokciowego i stawu kolanowego oraz na położenie dośrodkowe pierwszych palców (I) rąk i stóp! Stwierdzamy dalej że w tej postawie podczas gdy ręce opierają się całą swą powierzchnią o podłoże (»układ stopochodny«), stopy wspierają się li tylko na palcach (»układ palcochodny« p. dalej!). Naskutek przykrócenia kończyn przednich, kończyny tylne wykazują silnie zaznaczone zgięcia, co nadaje całej postaci pokrój istoty posiłkującej się przemieszczalnością skokową (p. tom I str. 108).

Obrót odcinka nasadowego — kończyny tylnej odbywa się ku przodowi, naskutek czego powierzchnia górna kości udowej staje się jej powierzchnią przednią (!), z powierzchni zaś dolnej powstaje powierzchnia tylna (!). Staw kolanowy (»kolano«) pierwotnie skierowany wbok, obecnie wierzchołkiem swym zwraca się ku przodowi (a więc odwrotnie aniżeli staw łokciowy!) (rys. 268II, 272, 273).

Proste doświadczenie z kawałkiem kartonu wykaże, że obrót odcinka nasadowego kończyny tylnej nie pociąga za sobą tak wielkiego przewrotu w układzie stosunków pozostałych odcinków kończyny, jak to ma miejsce w kończynie przedniej. Wprawdzie i tym razem — odcinek wolny *(autopodium)* kieruje się wprost ku przodowi, przez co palec I także zajmuje położenie przyśrodkowe, kości jednak odcinka przejściowego nie zmieniają przez to wzajemnego stosunku. Istotnie, w dalszym ciągu kość piszczelowa leży równolegle do kości strzałkowej(!), z tą małą różnicą, iż podczas gdy poprzednio kość piszczelowa stanowiła krawędź przednią odcinka, w nowym stanie

rzeczy jest ona przemieszczona w kierunku przyśrodkowym (rys. 268 II).

W ten sposób, — **s t a w ł o k c i o w y** zostaje skierowany ku tyłowi, homologiczny zaś — **s t a w k o l a n o w y** ku przodowi, co przypomina budowę niektórych statywów fotograficznych, na których podnoszenie kamery może się odbywać w sposób równomierny i bez wstrząsów. Te-

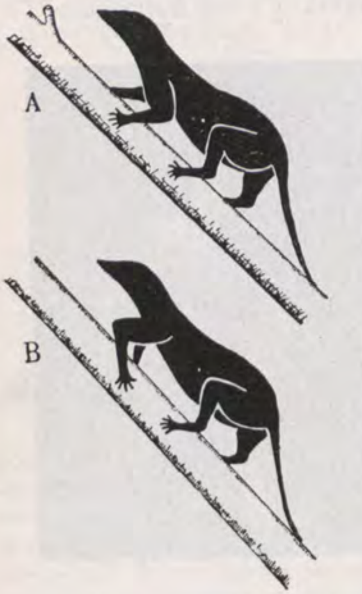


Rys. 273. Kościec lwa *(Felis leo* L.), widziany zboku.
U każdego ssaka staw łokciowy jest zwrócony ku tyłowi a staw kolanowy ku przodowi. W goleni *(zeugopodium)* obydwie kości zajmują w stosunku do siebie położenie równoległe, w podramieniu zaś kość promieniowa jest wysunięta przed kość łokciową. Ponadto zwrócić uwagę na kątowe zestawienie składników kończyn oraz na postawę palcochodną odcinków wolnych.
(Ze zbiorów Zakładu Anatomji Prawidłowej Wydz. Wet. U. W.).

go rodzaju budowę nazwiemy — **k o n s t r u k c j ą x.** Jak z powyższego wynika umożliwia ona stopniowe i łagodne wznoszenie tułowia wzgl. jego opuszczanie, co nie miałoby miejsca w przypadku, gdyby obydwa wymienione stawy były skierowane w tym samym kierunku (rys. 274).

Konieczność zwrócenia się łokcia ku tyłowi może być dowiedziona w sposób następujący. Jak już wiemy **s s a k i p i e r w o t n e** prowadziły żywot nadrzewny (p. tom I, str. 3). Otóż, gdybyśmy przyjęli, iż obrót stawu łokciowego odbył się w tym samym kierunku jak staw kolanowy, zgięcie owego stawu spowodowałoby nieuniknienie cofnięcie całego ciała, wyprostowanie zaś oddalenie środka ciężkości od powierzchni pnia służącego za oparcie (rys. 274). Jasnem jest, że tego rodzaju przesunięcie środka ciężkości miałoby jako bezpośredni skutek zmniejszenie warunków rownowagi stworzenia, a więc utrudnienie warunków bytowania nadrzewnego.

Zupełnie odmienny wynik otrzymujemy przy założeniu, że łokieć kieruje się ku tyłowi. Istotnie, zgięcie owego stawu nietylko pociągnie ku przodowi ciało, ale jednocześnie zbliży środek ciężkości do powierzchni pnia drzewnego, co wpłynie korzystnie na stan równowagi zwierzęcia. Innemi słowy jest rzeczą wielce prawdopodobną, że typowe ustawienie stawu łokciowego ssaków zostało spowodowane bytowaniem nadrzewnem i że stanowi ono ciekawe rozwiązanie trudnego zadania, polegającego na umożliwieniu ruchu postępowego, przy jednoczesnem przyciśnięciu tułowia do obejmowanego pnia. Analizując dalej załączone rysunki możemy stwierdzić, że kątowe załamanie kończyny tylnej ku przodowi nie może wpłynąć na znaczniejsze przemieszczenie środka ciężkości w sensie oddalenia go od pochyło ustawionej gałęzi.



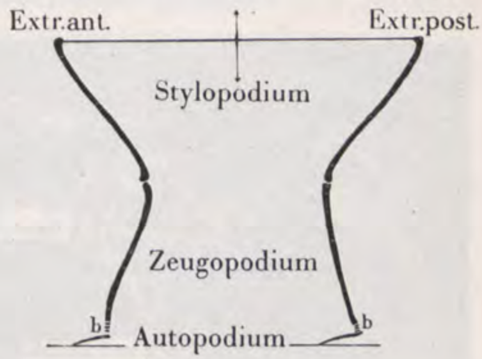
Rys. 274. Rysunki schematyczne, wyjaśniające znaczenie obrotu stawu łokciowego u ssaków.
A. Stosunki rzeczywiste: staw łokciowy uległ obrotowi ku tyłowi. Wyprostowanie stawu łokciowego powoduje wysunięcie kończyny przedniej ku przodowi. B. Stan paradoksalny, w którym staw łokciowy uległ obrotowi ku przodowi... Wyprostowanie omawianego stawu wlecze za sobą oddalenie tułowia od pnia drzewa, zgięcie zaś cofnięcie jego! W obydwóch rysunkach położenie środka ciężkości zostało oznaczone białym punktem. Przy ruchu postępowym ciała ów środek w przypadku A posiada skłonność do opuszczenia się, w przypadku B do uniesienia się, co powoduje zmniejszenie warunków równowagi.

Równolegle do owych przeistoczeń stwierdzamy: znaczne wydłużenie wszystkich kości (za wyjątkiem nadgarstka i stępu a więc *basipodium)* (rys. 267), przekształcenie więzozrostów w stawy jamowe, w odcinku przejściowym *(zeugopodium)* kość łokciowa i kość strzałkowa tracą bezpośredni związek z odcinkiem nasadowym (rys. 267). Trzony przybierają postać wysmukłą a nasady znacznie cienieją.

Kątowe załamania stawów pełnią ważną rolę resorów, albo sprężyn zmniejszających zbyt gwałtowne wstrząsy, mogące wywrzeć zgubny wpływ na narządy wewnętrzne (rys. 275). Do załamań stałych tj. występujących u wszystkich ssaków, za wyjątkiem spjonizowanego człowieka, należą: w kończynie przedniej staw barkowy, staw łokciowy i staw podramienno-nadgarstkowy czyli miejsce połączenia zeugopodium z autopodium; w kończynie zaś tylnej: staw biodrowy, staw łokciowy i staw skokowy górny a więc znowu połączenie zeugopodium, ale tym razem tylnego, z autopodium (rys. 273). Ponadto sprężystość kończynową pochodzenia, że się tak wyrażę »kątowego«, zwiększają

liczne chrząstki stawowe spiętrzone w kierunku pionowym oraz swoista budowa nadgarstka i stępu (rys. 275b), składających się z licznych jednostek wzajemnie przesuwalnych.

Tego rodzaju budowa kończyn jest, jak wspomniałem, pod wieloma względami korzystna, temniemniej kosztowna... Wszak ażeby utrzymać ciało ssaka w postawie stojącej wymaga to od umięśnienia stanu stałego napięcia, które np. u Koniowatych, zrzadka tylko uciekających się do postawy wypoczynkowej leżącej, prowadzi do dużych przeistoczeń w łonie mięśni (powstanie t. zw. układu »wieszadłowego«).



Rys. 275 przedstawia kończynę przednią i kończynę tylną (bez ich odcinków zonopodjalnych!), związane płaszczyzną poziomą, na którą działa pewien ciężar. Jak widać, obydwie kończyny mają postać sprężyn wzgl. wieloodcinkowych belek, wykazujących między sobą kątowe załamania. W ten sposób, powstaje układ wybitnie sprężysty, która to cecha jest jeszcze zwiększona przez budowę swoistą bazypodjalnego odcinka (b) *autopodium*. Ponadto kończyny zostały na tym rysunku upodobnione do nóżek statywu fotograficznego. Łatwo się przekonać że w obecnym stanie rzeczy przy zginaniu stawu łokciowego i stawu kolanowego belka międzykończynowa może zachować stale położenie poziome, czego nie możnaby osiągnąć gdyby np. staw łokciowy uległ obrotowi ku przodowi lub staw kolanowy ku tyłowi.

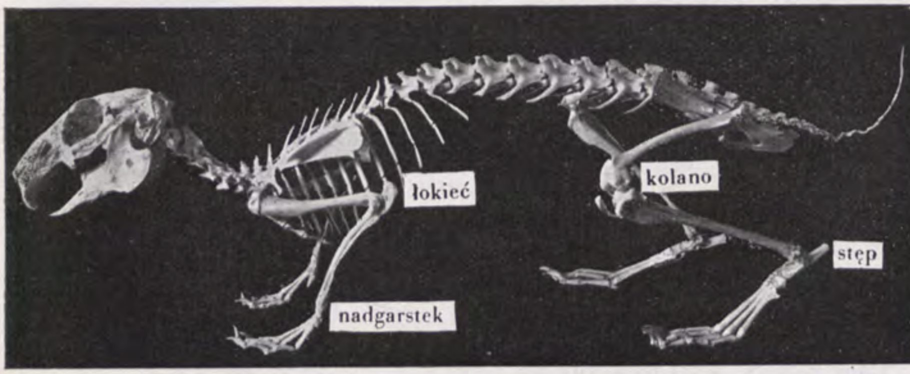
Wielkość kątowych załamań nie jest, u poszczególnych przedstawicieli świata ssaków, jednakowa: ulega zwiększeniu u typów wystawionych zracji rodzaju swej przemieszczalności na duże wstrząsy.

Tem należy wytłumaczyć że u niektórych ssaków skaczących np. u Kotowatych *(Felidae)* (rys. 273) i u Gryzoni (rys. 276), duże przystosowanie do skoków wyraża się w stanie nieomal stałego silnego zgięcia stawów kończynowych.

Zestawiając rolę obu par kończyn pod względem dynamicznym przychodzimy do wniosku, że podczas gdy kończyna tylna posiada zawsze charakter — n a r z ą d u n a p ę d o w e g o (wprawiającego ciało w ruch), kończyna przednia jest przedewszystkiem — n a r z ą d e m h a m u j ą c y m i do pewnego stopnia narządem kierującym ruchami całego ciała. Różnią się one między sobą i charakterem mechaniki napędowej: kończyna tylna — p c h a, kończyna przednia — c i ą g n i e. Wobec powyższego zrozumiałą się staje swoista zdolność kończyny przedniej do rozwinięcia odmiennych, poza nośną, własności, których kończyna tylna jest najczęściej pozbawiona.

Zpośród najprzeróżnorodniejszych postaci bjologicznych kończyny przedniej rozróżniamy typy następujące:

1) kończyna nośna albo podporowa *(Ungulata, Carnivora)*;
2) „ grzebna *(Pholidota, Talpinae)*;
3) „ pławna *(Lutrinae, Sirenia, Delphinidae)*;
4) „ chwytna *(Primates, Hominidae)*;
5) „ hakowata *(Xenarthra)*;
6) „ lotna *(Chiroptera)*;



Rys. 276. Kościec — królika *(Oryctolagus cuniculus* L.).
Stan znacznych kątowych załamań kończyn oraz duże wysklepienie kręgosłupa świadczą o przystosowaniu tego ssaka do przemieszczalności typu skokowego. Podobnie jak i u Kotowatych niejednokrotnie, w stanie spoczynku, staw łokciowy może się znajdować, na wyższym poziomie aniżeli staw barkowy.

Każdy z owych typów charakteryzuje cały szereg cech anatomicznych, z których zasadnicze cechy będą podane w opisie szczegółowym kości.

Znacznie mniej i stosunkowo rzadziej zróżnicowaną bywa kończyna tylna, temniemniej i w niej możemy rozróżnić następujące typy zasadnicze:

1) kończyna nośna *(Ungulata, Carnivora, Insectivora* i t. d.
2) „ pławna *(Pinnipedia)*;
3) „ chwytna (niektóre zpośród *Primates* i u *Chiroptera)*;
4) „ skokowa *(Marsupialia, Rodentia)*.

Pod względem morfologicznym dadzą się rozróżnić następujące typy ukształtowania kończyn:

1) — typ długi (np. *Equidae, Giraffidae, Tylopoda, Cervidae, Primatesa* zwłaszcza *Indris brevicaudatus)*;

2) — typ krótki (np. *Mustelidae, Viverridae, Felidae, Neobunodontia, Hippopotamidae*;

3) — typ słupowaty (np. *Proboscidea, + Baluchitheriidae, + Amblypoda, + Embrithopoda);*

4) — typ płetwowaty (np. *Sirenia);*

5) — typ lotny (np. *Chiroptera).*

Ważnym jest również stopień wyosobnienia kończyn z ram tułowia. A więc, jeżeli u *Primates* wyosobnionemi są całe odcinki nasadowe, u *Ungulata* jedynie część ich, u *Otariidae* bezpośrednio widocznemi są tylko staw łokciowy i staw kolanowy a u *Phocidae* ukrytemi są nawet odcinki przejściowe *(zeugopodia)* tak że w kończynach przednich wyosobnionemi są li tylko ręce.



Rys. 277. *Bradypus tridactylus* L. (wg. Pander'a i Alton'a). Zwrócić szczególną uwagę na niepomierne wydłużenie kończyn przednich (zwłaszcza podramion!) oraz na budowę i ilość palców. Cała budowa kośćca wskazuje na wybitne przystosowanie tego ssaka do bytowania nadrzewnego, uniemożliwiającego niemal posiłkowanie się przemieszczalnością naziemną. Ręce wykazują budowę hakowatą, ułatwiającą zahaczanie się na gałęziach drzew bez konieczności zginania palców.

Różne stopnie wyosobnienia kończyn można stwierdzić i w trakcie rozwoju osobniczego.

Pozatem przy analizie morfologicznej jakiejkolwiek kończyny zwrócimy zawsze baczną uwagę na cechy następujące: 1) na — ilość palców; na 2) — stan ich rozwoju; 3) na — budowę członu ostatniego palców; 4 na — stopień wyosobnienia palców (głębokość szczelin międzypalcowych!); 5) na — stopień ruchomości stawów; 6) na — długość całej kończyny; 7) na — stosunek wzajemny kości podramienia. Wyjaśnią nam one charakter kończyny, a więc rodzaj ruchów przez nią wykonywanych, szybkość ruchów, zwrotność i t. d.

Długość kończyn jest cechą gatunkowo, a nawet rasowo bardzo zmienną. Pod tym względem możemy rozróżnić dwa typy ssaków: a) — ssaki długokończynowe (np. *Equidae,* chart, *Acinonyx* i b) — ssaki krótkokończynowe (np. *Bovinae, Suinae, Felinae,* pies-buldog i t. d.). Jeżelibyśmy się uciekli do przykładów krańcowych, to z jednej strony należałoby umieścić np. żyrafę, a z drugiej hipopotama.

Bardzo odrębne stanowisko w świecie ssaków zajmuje spjonizowany człowiek. Przyjęcie postawy pionowej, obarczającej czynnością nośną jedynie kończyny tylne (dolne!), stanowiło przełom wyciskający pię-

tno na całej budowie ustroju. Wystarczy tylko porównać warunki mechaniczne, w których znajduje się ciało w postawie czworonożnej, z układem stosunków w postawie wyprostowanej, by zrozumieć iż nieuwzględnienie tej różnicy przy wszelkiego rodzaju zestawieniach może prowadzić jedynie do błędnych wniosków.

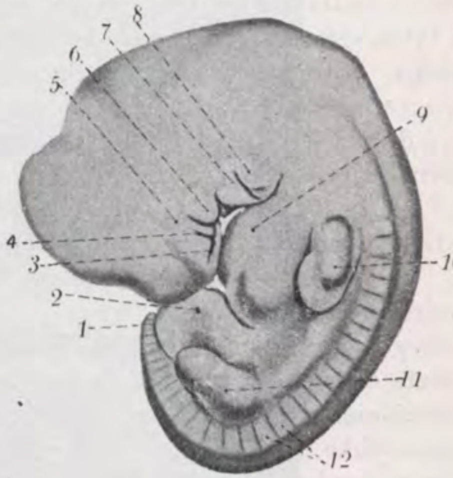
Na niektóre ciekawsze znamiona, stanowiące wynik pjonizacji, będę miał sposobność zwrócić uwagę w dalszym ciągu wykładu.

Przechodząc zkolei do strony czysto opisowej kośćca kończyn, pragnę na wstępie podać zestawienie składu kostnego poszczególnych ich odcinków. Jak i w poprzednich tabelach kości równowartościowe obu kończyn zostały umieszczone na tym samym poziomie.

Kończyna przednia		Kończyna tylna
	I. Zonopodium	
łopatka *(scapula)*		kość biodrowa *(ilium)*
kość krucza *(coracoideum)*		kość kulszowa *(ischium)*
kość przedkrucza *(procoracoideum)*		kość łonowa *(pubis)*
obojczyk *(clavicula)*		brak
	II. *Stylopodium*	
kosć ramienna *(humerus)*		kość udowa *(femur)*
	III. Zeugopodium	
kość promieniowa *(radius)*		kość piszczelowa *(tibia)*
kość łokciowa *(ulna)*		kość strzałkowa *(fibula)*
	IV. Autopodium	
	1) *Basipodium*	
nadgarstek *(carpus)*		stęp *(tarsus)*
	2) *Metapodium*	
śródręcze *(metacarpus)*		śródstopie *(metatarsus)*
	3) *Acropodium*	
palce ręki *(digiti manus)*		palce stopy *(digiti pedis)*

2. Rozwój osobniczy kończyn. Pierwsze zawiązki kończyn ukazują się pod postacią wzniesień, zarysowujących się na poziomym fałdzie ektodermicznym, ciągnącym się wzdłuż tułowia, fałdzie zwanym — listewką Wolffa. Część pośrodkowa listewki kończynowej Wolffa szybko zanika, natomiast zarówno jej odcinek przedni jak i odcinek tylny ulegają nieprzerwanemu wzrostowi, tworząc — guzek kończynowy przedni i — guzek kończynowy tylny, stanowiące podłoże rozwojowe przyszłych kończyn. Część tułowia pozostającą wtyle od guzka kończynowego tylnego nazywamy — częścią ogonową *(pars caudalis)*.

I otóż, w owe guzki wrastają niebawem zaczątki mięśniowe (»pączki Dohrna«), czerpiące swój materjał mięśniowotwórczy z pewnej ilości sąsiadujących mjotomów. Badania embrjologiczne lat ostatnich wykazały, iż w tworzeniu się zawiązka kończyny przedniej ssaków bierze udział pięć odcinków ciała (metamerów) a mianowicie: C_5, C_6, C_7, C_8, i Th_1, natomiast w skład kończyny tylnej wchodzi odcinków siedem: L_2, L_3, L_4, S_1, S_2 i S_3.



Rys. 278. Zarodek ludzki czterotygodniowy (wg. Keibel-Elze). Zwrócić szczególną uwagę na ukształtowanie kończyn górnych (10) i dolnych (11).

1. zawiązek ogona (!), 2. pępowina, 3. dołek węchowy, 4. brózda nosowowargowa *(sulcus nasolabialis)*, 5. zawiązek oka, 6. zaczątek szczęki, 7. zaczątek żuchwy, 8. łuk gnykowy, 9. wał sercowy, 12. somity.

Należy zauważyć, że u innych Lądowców ilość zainteresowanych w kształtowaniu się kończyn odcinków nie jest nigdy mniejsza od ośmiu, u ryb zaś waha się w szerokich granicach między 5 i 26! Z powyższego wynika, że kończyna jest — tworem wieloodcinkowym (polymetamerycznym), powstającym kosztem nie jednego lecz kilku odcinków tułowia, na co zresztą wskazuje u ssaków dorosłych jej sposób unerwienia. Zasługuje na podkreślenie, iż zaczątki mięśniowe przeznaczone dla kończyn pochodzą li tylko z części podosiowej (hypaxonalnej) umięśnienia somatycznego.

Wraz z materjałem mięśniowotwórczym przenika wgłąb każdego z guzków pozornie bezładna masa mezenchymy kościotwórczej, przekształcającej stożkowatą wyniosłość w grubą lecz płaską i krótką — płytkę kończynową zdumiewająco przypominającą płetwę rybią

(rys. 278). Istotnie, posiada ona w tym stanie rozwoju postać jednolitej blaszki, o jednej powierzchni zwróconej ku górze (— pow. grzbietowa albo — wyprostna) i drugiej skierowanej wdół (— pow. brzuszna albo — zginaczowa) oraz szeroką — nasadę, osadzoną na ścianie bocznej tułowia.

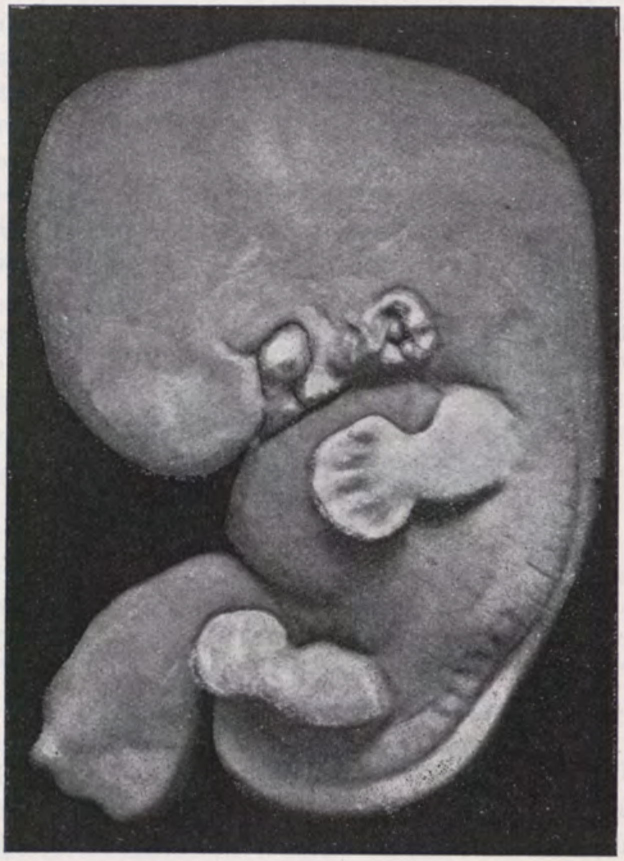
Jest ona początkowo krótka, szybko jednak wydłuża się znacznie tworząc rodzaj prostego wałka, w którym niebawem ukazuje się charakterystyczne załamanie stanowiące, zaczątek łokcia w kończynie przedniej i zaczątek kolana w kończynie tylnej. Temniemniej zarówno ramię i podramię jak udo i goleń, nie są jeszcze wyraźnie wyosobnione i tylko spłaszczony wolny koniec posiada zasadnicze cechy ręki wzgl. stopy. Kierując się powyższem możemy wyrazić przypuszczenie, iż ze wszystkich odcinków kończynowych odcinek końcowy czyli — autopodium jest tworem najpierwotniejszym, najbardziej odpowiadającym pojęciu płetwy, a że natomiast odcinki pozostałe t. j. ramię, podramię i t. d., są jednostkami morfologicznie wtórnemi, rozwojowo późniejszemi, powstałemi, prawdopodobnie, w warunkach bytowania lądowego.

W tym stanie rozwoju tkanka kościotwórcza kończynowa widnieje narazie jako jednolite, niepodzielne pasmo, ciągnące się wzdłuż osi całego zawiązka kończyny. Trwa to jednak niedługo! Pierwsza podnieta do głębokiej zmiany stosunków pierwotnych wychodzi od strony umięśnienia. Początkowo bezkształtna masa mięśniowotwórcza poczyna się szybko różnicować w szereg wyodrębnionych zaczątków mięśniowych, wykazujących skłonność do samoistnych skurczów, dzielących jednolite pasmo kościotwórcze na pewną ilość odcinków, z materjału których rozwiną się poszczególne odcinki kośćca kończyny.

Tkanka kościotwórcza, przedzielająca końce sąsiadujących kości, naskutek często powtarzających się skurczów mięśniowych, nie jest w stanie ulec przeistoczeniu w tkankę kostną, zadawalając się rolą tworzenia podłoża, z którego niebawem rozwiną się przyszłe stawy.

Badając dalej zbliska budowę kośćca kończynowego płodu stwierdzamy, że stosunek długościowy poszczególnych jego odcinków wykazuje zgoła odmienne stosunki aniżeli to obserwujemy u istot dorosłych (rys. 279). W samej rzeczy pominąwszy, iż kości posiadają budowę bardziej krępą, masywną, czyż nie uderzającym jest fakt, iż np. długość kości śródręcza mało się różni od długości kości ramiennej? Na tem nie koniec! Otóż, początkowo wolna krawędź blaszkowatej ręki czyto stopy jest całkowicie ciągła, bez żadnego śladu wyrostków, które przywykliśmy widzieć pod postacią palców! A więc, początkowo kończyna jest — bezpalczasta, lub lepiej jest kończyną o — palczastości ukrytej (kryptodaktylja) (rys. 279).

Niebawem jednak na owej wolnej krawędzi ukazują się cztery płytkie — szczeliny międzypalcowe *(fissurae interdigitales)*, wycinające pięć — guzków palcowych *(tubercula digitalia)*, szeroko połączonych cienką — błoną międzypalcową *(membrana inter-*



Rys. 279. Zarodek ludzki z końca drugiego miesiąca (wg. Hochstetter'a). Niniejszy obraz przedstawia fazę nieco późniejszą aniżeli faza, przedstawiona na rys. 278. I tutaj również odcinki końcowe kończyn *(autopodia)* mają postać blaszkowatą, kończyny górne są w swym rozwoju dalej posunięte aniżeli kończyny dolne, palce rąk nie są jeszcze wyosobnione lecz łączy je silnie zaznaczona—błona międzypalcowa *(membrana interdigitalis).*

digitalis). Stopniowo owe wcięcia pogłębiają się, a blona międzypalcowa ulega w znacznym stopniu uwstecznieniu, oswobodzając w ten sposób wolne i ostateczne — palce *(digiti)* (rys. 281, 282).

Owe uwstecznianie błon międzypalcowych, które jest poniekąd równoznaczne z usamodzielnieniem się palców z ram ręki wzgl. stopy,

osiąga różny stopień u poszczególnych przedstawicieli ssaków. Naogół da się powiedzieć, że sięga najczęściej nie tak daleko, jak to sobie zazwyczaj wyobrażamy. Jest rzeczą samą przez się zrozumiałą, że sprawa wyosobniania się palców jest ściśle związana z warunkami środowiska z któremi przyszły ustrój będzie współżyć.

A więc, w przypadkach gdy powiększenie powierzchni zetknięcia rąk i stóp z danem podłożem może być korzystne dla ustroju, błony międzypalcowe nie ulegają uwstecznieniu, szczeliny międzypalcowe pozostają płytkie, a miąższ palców przechodzi bez wyraźnej granicy w miąższ śródręcza wzgl. śródstopia.

Tak się sprawa przedstawia u ssaków prowadzących bytowanie wodne, lub też nawpół wodne, a więc np. u Płetwonogich *(Pinnipedia)* (p. tom I, str. 39) a zpośród innych rzędów u Dziobaka *(Orni-*



Rys. 280. Dziobak *(Ornithorhynchus anatinus* Shaw.) (wg. G. Bohn'a). Palce stóp a zwłaszcza palce rąk są połączone za pośrednictwem silnie rozwiniętej — błony międzypalcowatej, która u ssaków pływających nosi nazwę — błony pławnej *(membrana natatoria)*. Stan rzeczy u dziobaka warto porównać ze stanem rąk i stóp u zarodka (rys. 279).

Wzór upalczenia dziobaka: $\frac{(I + II + III + IV + V)}{(I + II + III + IV + V)}$

(umieszczenie w nawiasach oznacza brak wyosobnienia palców).

thorhynchus: rys. 280). U ssaków tych błony międzypalcowe są znane także pod nazwą — błon pławnych *(membranae natatoriae)*.

Ze względu na to, że opór środowiska powietrznego jest jeszcze mniejszy aniżeli środowiska wodnego nic więc dziwnego, że błony międzypalcowe rąk osiągają szczyt swego rozwoju u Rękoskrzydłych, przyjmując u nich postać t. zw. — *chiropatagium* (tom I, rys. 4).

U Lądowców prawdziwych, mam w danym przypadku na myśli ssaki dla których powierzchnią atakowaną przez kończyny jest ląd lub przedmioty nieustępliwe, sprawa przedstawia się nieco odmiennie. Jeżeli po przykład sięgniemy do typu kończyn chwytnych, charakteryzujących *Primates* i *Hominidae,* to stwierdzimy, że przebieg wyosabniania się palców posunął się daleko (rys. 281). Głębokie szczeliny międzypalcowe sięgają aż po część środkową pierwszego członu palców

i tylko pozostala część pozostaje nadal uwięziona w łonie t. zw. — płytki dłoniowej wzgl.—płytki stopowej. Zazwyczaj nie myśli się o tem, że wszak sprawa wyosobniania się palców mogłaby zajść dalej, wyodrębniając nie częściowo lecz w całości ów człon pierwszy... Tak jednak nie jest, a przyczyna tego stanu rzeczy nię może być chwilowo wyjaśniona. Obserwując dalej tę naszą, pozornie tak dobrze nam znaną rękę, stwierdzamy w głębi szczelin międzypalcowych szczątki błon międzypalcowych (rys. 281), wyraźnie zarysowywujących się po stronie dłoniowej. Owe pozostałości są lepiej lub słabiej zaznaczone, co wpływa oczywiście na długość palców (»dolicho — i brachydaktylja«) i posiada niewątpliwie podłoże konstytucyjne (natężenie uwstecznienia błon międzypalcowych dziedziczy się!).

Jeszcze inny układ stosunków stwierdzamy u Mięsożernych (rys. 282). Otóż, tym razem, i to wbrew pozorom, szpary międzypalcowe przenikają znacznie płyciej aniżeli to ma miejsce u *Hominidae* a błony międzypalcowe pozostają, nieomal aż po końce palców nietknięte.

W zależności od stopnia uwstecznienia błon międzypalcowych dzielimy wszystkie Mięsożerne na dwa podrzędy wg. następującego planu:

Carnivora
- *Fissipedia* (Szparokończynowce)
- *Pinnipedia* (Płetwonogie)

Była o tem wzmianka w tomie pierwszym przy omawianiu cech morfologicznych Mięsożernych (str. 230, 231).

Nieco zbliżony do Szparokończynowców układ stosunków stwierdzamy u Parzystokopytowców.

Pozostając nadal przy palcach zauważymy, że wzrost ich nie jest równomierny. Przynajmniej tak jest u ogromnej większości ssaków. A więc, przedewszystkiem palec I zarówno rąk jak i stóp (rys. 281) wykazuje znaczne opóźnienie wzrostowe w porównaniu do wszystkich innych palców, naskutek czego jest on zawsze palcem najkrótszym a pozatem może on osiągnąć (np. u *Primates* i u *Hominidae)* bardzo dużą i urozmaiconą ruchomość (przeciwstawność!), której są pozbawione zreguły palce dolne. Będzie o tem mowa przy rozważaniu budowy *autopodium!*

Z pozostałych czterech palców różnice wzrostowe są również łatwo dostrzegalne i wypowiadają się w tem, że palce pośrodkowe t. j. palce III i IV stają się dłuższe aniżeli palce poboczne (II i V). Ale nawet na

szczupłym odcinku palców pośrodkowych dadzą się wykryć poważne różnice długościowe, w zależności od tego czy mamy do czynienia z przedstawicielem—Śródosiowców *(Mesaxonia)* czy też—Przyosiowców *(Paraxonia)*. Jak wiadomo (p. tom I-szy str. 30) u Przyosiowców palce pośrodkowe (III i IV) pozostają tej samej długości w przeciwieństwie do Śródosiowców u których przewaga po stronie—p a l c a o s i o w e g o (III) jest zupełnie wyraźna.



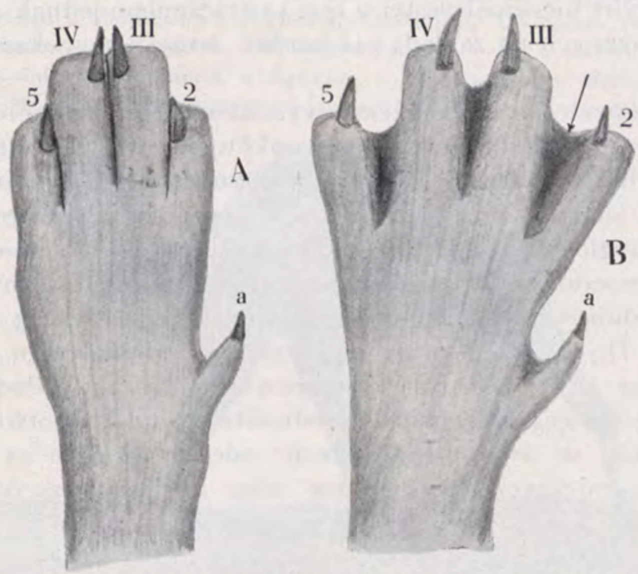
Rys. 281. Lewe *autopodium* człowieka, widziane od strony grzbietowej.
Liczbami rzymskiemi oznaczono kolejne palce, liczbami arabskiemi (1, 2, 3) człony palcowe; E—błona międzypalcowa, H—szczelina międzypalcowa *(fissura interdigitalis)*; A — odcinek palcowy uwięziony w ramach płytki dłoniowej, B — płytka śródręczna, C — płytka nadgarstkowa, 4 — podramię.

Naskutek owego nierównomiernego wzrostu palców, linja łącząca ich wolne końce zakreśla łuk — ł u k p a l c o w y *(arcus digitalis)*, otwarty ku tyłowi, a powierzchnia oparcia *acropodium* ma postać nieprawidłowego pięciokąta. Tak się przynajmniej sprawa przedstawia u Mięsożernych (rys. 282). U *Hominidae* łuk palcowy posiada zgoła inną postać (rys. 281) i naskutek heterodaktylji (p. dalej) przedstawia się odmiennie na ręce i na stopie.

Analizując dalej rozwój osobniczy kończyn stwierdzamy że nie zawsze jest on równomierny do rozwoju tułowia. I to bez względu na stosunki ostateczne! Innemi słowy w rozwoju osobniczym poszczególne narządy nie wykazują równomiernego wzrostu, lecz wprost przeciwnie, jeżeli w jednym etapie pewne narządy mogą okazywać duże nasilenie rozwojowe, inne pozostają w pewnego rodzaju zastoju twórczym, czem się tłumaczy że np. u niektórych ssaków noworodek wykazuje niewspółmiernie wydłużone kończyny, u innych raczej ich przykrócenie. Oczywiście, że w dalszych fazach dochodzi do wyrównania stosunków przez co dany ustrój nabywa ostatecznie cechy mu właściwe.

Pozostaje wspomnieć o Syrenowatych i o Waleniowatych, u któ-

rych naskutek przystosowania się ich w trakcie rozwoju rodowego do środowiska wodnego, obydwie fazy kończyn wykazują zahamowanie rozwoju osobniczego, z tem jednak że zahamowanie to uderza przedewszystkiem w kończyny tylne. Jeżeli zaś chodzi o kończyny przednie, to biorąc pod uwagę ich kształt u osobników dorosłych raczej należałoby mówić z punktu widzenia mechaniki rozwojowej, o zahamowaniu aniżeli o uwstecznieniu. O zahamowaniu rozwoju owych kończyn, już w pierwszych fazach narządotwórczych.



Rys. 282. Lewa ręka *Canis dingo,* widziana od strony grzbietowej. A. położenie palców spoczynkowe. Poszczególne palce oznaczono wg. metody autora. Zwrócić uwagę na płytki wykrój — szczelin międzypalcowych *(fissurae interdigitales),* na największą długość palców przyśrodkowych (III-IV), oraz na położenie narządów pazurowych. B. Taż sama ręka po rozsunięciu palców. Strzałką oznaczono b. silnie wyrażone błony międzypalcowe, wypełniające nieomal całe szczeliny międzypalcowe. Jeśt rzeczą zrozumiałą że podobne rozsunięcie palców rąk i stóp znacznie powiększa powierzchnię oparcia autopodium.

Niezawsze jednak błona międzypalcowa ginie, albowiem u ssaków o kończynach pławnych pozostaje ona pod postacią — błony pławnej *(membrana natatoria),* spajającej poszczególne palce w jedną płetwowatą płytkę (rys. 280). To samo da się powiedzieć i o Rękoskrzydłych *(Chiroptera),* u których z błony międzypalcowej rozwija się — *chiropatagium* czyli — błona lotna palcowa. Była o tem już wzmianka uprzednio!

Pozostaje jeszcze pytanie czy w związku ze strącaniem palców przyjmującem tak ostre formy np. u Nieparzystokopytowców, otóż czy i w rozwoju osobniczym tych ssaków dają się stwierdzić objawy,

uwstecznienia palców pobocznych. Innemi słowy, czy cecha ta, sięgająca tak głęboko w obręb rozwoju rodowego i to na przestrzeni miljonów lat, posiada również oddźwięki i w rozwoju osobniczym. Pytanie niezwykle ważne i które trudno pominąć milczeniem tyczy się bowiem »bagażu genowego« owych istot i sięga wgłąb samej budowy ciał białkowych ich komórek...

A więc, okazuje się, iż jakąby nie była ostateczna ilość palców (I-V) u ssaka dorosłego, u płodu kończyna rozwija się zawsze pod postacią typu kończyny pięciopalczastej, z tem zastrzeżeniem jednak, że zawiązki palców skazanych na zagładę już bardzo wcześnie wykazują zmiany wsteczne!

Z powyższych danych możemy wysnuć następujące wnioski:

1) kształt ostateczny kończyny ssaków jest wynikiem długiej serji stopniowych przeistoczeń, powodujących znaczne odchylenie od postaci wyjściowej, jaką jest guzek kończynowy, przypominający obraz płetwy. 2) Z dwóch głównych składników kończyny — tkanki kościotwórczej i — tkanki mięśniowotwórczej, jedynie ta ostatnia jest istotnym czynnikiem powodującym rozczłonkowanie kończyny na szereg odrębnych jednostek. Do licznych więc cech układu mięśniowego, przybywa jeszcze jedna: jest to jego rola kształtotwórcza kości! 3) Pod wpływem układu mięśniowego pierwotnie jednolite pasmo kościotwórcze ulega przeistoczeniu w dwóch kierunkach: odcinki służące za przyczepy dla włókien mięsnych (wystawione więc na ciągłe szarpanie) przekształcają się — w kości, w punktach zaś poddanych ustawicznemu zginaniu i prostowaniu rozwijają się — stawy.

3. Bjoanatomja kończyn. Obserwacja kończyn ssaka żywego może dostarczyć szeregu cennych wskazówek, które w połączeniu z wiadomościami zaczerpniętemi z osteologji analitycznej, znakomicie ułatwiają zrozumienie mechaniki przenosinowej.

Przegląd rozpoczniemy od analizy prawidłowego odcinkowania kończyn. Jak wiadomo, obydwie pary kończyn rozczłonkowywują się na następujące zasadnicze odcinki, wykazujące między sobą większy lub mniejszy zakres ruchomości.

Odcinkami temi są:

w kończynie przedniej:	w kończynie tylnej:
obręcz barkowa	obręcz miedniczna
ramię	udo
podramię	goleń (podudzie)
ręka — nadgarstek	stopa — stęp
ręka — śródręcze	stopa — śródstopie
ręka — palce ręki	stopa — palce stopy

Z owych odcinków zarówno obręcz barkowa jak i obręcz miedniczna są zawsze głęboko ujęte w ramy tułowia tworząc, w ten sposób, oparcie dla odcinków dol-

nych, które możnaby w przeciwieństwie do odcinków obręczowych nazwać — odcinkami wolnemi. Brak wyosobnienia z miąższu tułowia odcinków obręczowych można wytłumaczyć tem, że owe odcinki nie zdołały się jeszcze usamodzielnić w trakcie rozwoju rodowego i osobniczego albo, co jest prawdopodobniejsze, że nie zaszła ku temu żadna potrzeba. Z obu obręczy, obręcz miedniczna ze względu na związanie jej z kręgosłupem nie wykazuje żadnej ruchomości, natomiast obręcz barkowa, umocowana do klatki piersiowej za pośrednictwem mas mięśniowych, jest ruchoma, co łatwo stwierdzić na ssaku żywym.

Dalszym odcinkiem kończyn jest ramię — udo, które zaliczyliśmy do odcinków wolnych. Jest to słuszne lecz nie we wszystkich przypadkach! A więc, podczas gdy np. u *Hominidae, Primates, Carnivora, Tylopoda* (rys. 283), *Giraffidae, Rodentia, Insectivora, Chiroptera* ramię — udo jest zupełnie lub też nieomal zupełnie wyosobnione, u *Equidae*, u *Proboscidea*, u *Bovinae*, u *Suinae*, a jeszcze w stopniu znaczniejszym u *Sirenia* ramię — udo jest ukryte i jedy-



Rys. 283. *Camelus bactrianus* L. (fot. dr. A. Rząśnickiego).
Wielbłądowate cechuje: dwupalczastość kończyn $\left(\frac{III+IV}{III+IV}\right)$, obecność poduszeczek palcowych osłabiających wstrząsy, duża rozstawność palców (ma to duże znaczenie w czasie chodu po sypkim piasku!), wydłużenie kończyn i daleko posunięte wyosobnienie z ram tułowia ramion i ud.

nie jego koniec dolny widnieje w stawie łokciowym wzgl. w stawie kolanowym. Pierwsze z nich nazwiemy ssakami — jawnostylopodjalnemi, ssaki zaś o częściowo tylko wyosobnionem ramieniu—udzie — ssakami skrytostylopodjalnemi. Jest rzeczą jasną, że wyższy stopień rozwoju osobniczego i rodowego przedstawiają sobą ssaki jawnostylopodjalne. Śladami wyosabniania się ramienia — uda z ram tułowia są charakterystyczne fałdy skórne, ciągnące się od ramienia i od uda do tułowia, a które mają za zadanie umożliwienie odchyleń ruchowych odcinków stylopodjalnych. Fałdami temi są: — fałd pachowy *(plica axillaris)* zmierzający od podstawy ramienia wdół i ku tyłowi, do powłok skórnych klatki piersiowej, oraz — fałd pachwinowy *(plica inguinalis)*, zmierzający od nasady uda ku przodowi i nieco ku górze by zakończyć się w skórze brzucha.

Zasadniczo fałd pachwinowy jest zawsze silniej rozwinięty aniżeli fałd pachowy; wyjątek stanowią niektórzy zpośród przedstawicieli Naczelnych, Gryzoni a zwłaszcza Rękoskrzydłe i Skóroskrzydłe *(Dermoptera)* u których to silnie rozwinięty fałd pachowy tworzy wraz z fałdem pachwinowym ten odcinek błony lotnej, który jest znany pod nazwą — *plagiopatagium* (p. tom I, str. 21).

Bez względu na stan wyosobnienia, zarówno ramię jak i udo są zawsze ustawione skośnie (n.b. wyjątek stanowią *Hominidae* p. tom I), przyczem ramię zmierza wdół i ku tyłowi, natomiast udo kieruje się ku dołowi i wprzód (rys. 304).

O stawie łokciowym i o stawie kolanowym były wzmianki powyżej, dodam więc tutaj jedynie to, że zgięcie w stawie łokciowym odbywa się w kierunku ku przodowi a w stawie kolanowym ku tyłowi. Przyczyna tego stanu rzeczy jest nam już znana.

Odcinek przejściowy tj. *zeugopodium* tworzy: — podramię w kończynie przedniej a — goleń w kończynie tylnej. Zasadniczo jedno jak i drugie są ustawione prostopadle w stosunku do podłoża i są całkowicie wyosobnione. Wyjątek stanowią płetwokształtne kończyny przednie Syrenowatych u których zaledwo odcinek dolny podramienia wystaje wraz z ręką z łona tułowia, podczas gdy większy odcinek górny wraz z całem ramieniem jest głęboko ukryty. I tym razem więc nietrudno dostrzec pewien paralelizm między rozwojem rodowym i rozwojem osobniczym.

Jak wiadomo, w skład zarówno podramienia jak i goleni wchodzą dwie kości. Są one w goleni w stosunku do siebie całkowicie unieruchomione, natomiast w podramieniu cieszą się wzajemną ruchomością i u ssaków wyposażonych w kończyny typu chwytnego, powodują ruchy obrotowe ręką. Z powyższego wynika, że podramię posiada ruchomość »wewnętrzną«, powiedziałbym »ruchomość ukrytą«, albowiem dostrzegalną dopiero w ruchach ręki.

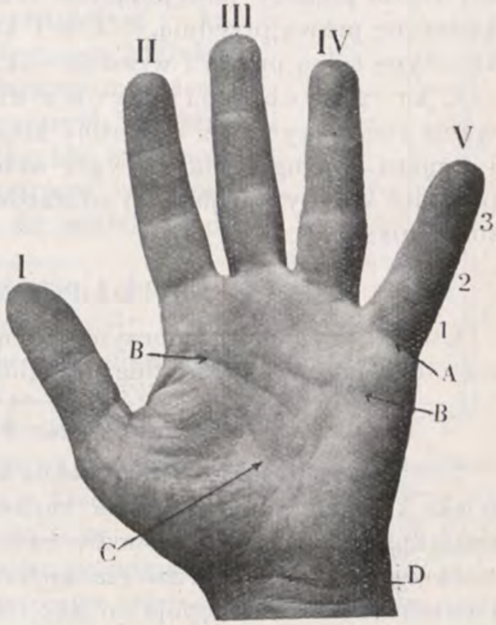
U ssaka żywego *zeugopodium* jako całość posiada kształt stożka, zwróconego podstawą ku górze a wierzchołkiem ku dołowi. Innemi słowy grubość odcinka górnego *zeugopodium* jest znacznie większa aniżeli odcinka dolnego i tłumaczy się to tem, że podczas gdy odcinek górny zawiera brzuśce mięśniowe tj. silniki kończynowe, odcinek dolny jest pozbawiony tkanki mięśniowej natomiast, jest tylko miejscem przejścia ścięgien a więc pasów transmisyjnych silników mięsnych umieszczonych wyżej. Jest rzeczą godną uwagi, że począwszy od odcinka dolnego zeugopodium wszystkie dolne odcinki kończynowe są u ssaków zasadniczo pozbawione układu mięśniowego wzgl. posiadają je w stanie uwstecznienia.

Pozostaje do uwzględnienia *autopodium* a więc ręka wzgl. stopa! Za przykład weźmiemy stosunki zachodzące u człowieka (rys. 284) i u *Canidae* (rys. 282) w autopodium przedniem. A więc, przedewszystkiem, łatwo stwierdzić, że z trzech odcinków ręki jedynie palce podlegają w różnym stopniu wyosobnieniu, natomiast śródręcze a zwłaszcza nadgarstek zawsze tworzą wspólną płytkę, charakteryzującą się nikłą ruchomością. Jak o tem świadczy codzienna obserwacja owa — płytka ręczna albo — płytka śródręczno-nadgarstkowa *(lamina metacarpocarpea* R. P.) służy za powierzchnię oparcia a pozatem dzięki swoistej budowie nadgarstka służy jako niwecznik wstrząsów a u człowieka ponadto tworzy obszerną powierzchnię chwytną (por. ze stosunkami u *Canidae* rys. 282). Jeżeli chodzi o palce to odrębne stanowisko palca I jest uderzające. W samej rzeczy jest on znacznie krótszy od palców pozostałych (zwłaszcza u *Canidae)* a ponadto jest on wyposażony w stopień ruchomości, którego są pozbawione palce pozo-

stałe. Otóż, palec I jest w stanie się przeciwstawiać *(oppositio)* palcom pozostałym (II, III, IV, V) czego wyrazem jest swoista brózda, znajdująca się u podstawy I kości śródręcza (rys. 284 C).

Palce od II-V charakteryzuje zasadniczo tylko I⁰ stopień ruchomości (zginanie — prostowanie), co wyraża się obecnością czterech brózd na stronie dłoniowej ręki, z których pierwsza znajduje się u podstawy członów pierwszych (rys. 284B), dalsze serje (w liczbie czterech) leżą wzdłuż krzywej łukowatej przecinającej prostopadle podstawy szczelin międzypalcowych (A), serja trzecia odpowiada miejscu połączenia członu pierwszego z członem drugim palca i wreszcie ostatnia serja jest umieszczona na poziomie stawów łączących człony drugie z członami trzeciemi.

Poza ruchami zginania — prostowania, palce człowieka i Naczelnych cechuje ponadto możność wykonywania czynnych ruchów przywodzenia — odwodzenia *(abductio — adductio)* oraz drobne ruchy obrotowe o charakterze biernym (nie mogą być wykonane dowolnie lecz dzięki obrotowi całą kończyną lub przy pomocy drugiej kończyny).



Rys. 284. Lewe *autopodium* człowieka, widziane od strony dłoniowej *(facies palmaris)*.

A — układ brózd na granicy między płytką dłoniową i nasadami II-V palców, B — brózdy palcowośródręczne, C — brózda nasady palca I, której obecność oznacza własności przeciwstawne tegoż palca, D — brózdy podramienno-nadgarstkowe. Należy tutaj nadmienić że zmienność osobnicza w budowie ręki jest równie wielka jak w ukształtowaniu twarzy. Tyczy się to zwłaszcza długości palców (głębokość szczelin międzypalcowych!), stosunku długościowo-szerokościowego płytki dłoniowej oraz układu brózd dłoniowych *(sulci palmares)*.

Obraz ręki widziany od strony grzbietowej niezupełnie nakłada się na obraz powierzchni dłoniowej (rys. 284). W samej rzeczy tę ostatnią cechuje obecność znacznie większej ilości tkanki łącznej podskórnej, która uplastycznia rękę jako całość i czyni z niej narząd mogący w całej pełni wyzyskać własności chwytne.

U *Canidae* (rys. 282) palce służą jako powierzchnia oparcia, a przeto są znacznie krótsze i nie posiadają własności czynnego odprowadzania się *(abductio)* i doprowadzania się *(adductio)*. Tkanka łączna podskórna strony dłoniowej palców służy tym razem jako sprężysta podściółka, czyniąca z nich narządy sprężyste niweczące wstrząsy (por. ze stosunkami u *Felidae!*).

4. Ruchy kończyn. Śledząc chód jakiegokolwiek Lądowca nietrudno zauważyć że ruchy kończyn odbywają się zawsze według pewnej,

stałej kolejności, umożliwiającej równomierne przesuwanie środka ciężkości całego ciała bez powodowania utraty równowagi. Ruchy te mają, w ogromnej większości przypadków, charakter naprzemienny i wyrażają się w dwóch zasadniczych postaciach.

Celem ułatwienia w zorjentowaniu się w owej kolejności uciekniemy się do pomocy następujących symboli: — k. p. p. oznaczać będzie kończynę prawą przednią, — k. p. l. kończynę przednią lewą, — k. t. p. kończynę tylną prawą i wreszcie — k. t. l. kończynę tylną lewą.

U kręgowców niższych a więc np. u salamandry zapoczątkowanie ruchu wychodzi od strony kończyn przednich (k. t. p. lub k. p. l.) i dopiero w drugim etapie w grę wchodzą kończyny tylne. Kolejność posunięć kończyn najłatwiej zobrazować za pomocą następującego zestawienia:

$$\text{k. p. l.; k. t. } \overrightarrow{\text{p.; k. p. p.;}} \text{ k. t. l.;}$$

U ssaków chód rozpoczyna jedna z kończyn tylnych poczem dalsze etapy przebiegają według następującej kolejności:

$$\text{k. t. p.; k. } \overrightarrow{\text{p. l.; k. t. l.;}} \text{ k. p. p.;}$$

Jest rzeczą zastanowienia godną że nawet u spjonizowanego człowieka kolejność naprzemienna ruchów kończyn górnych, przebiega dokładnie tak samo jak u ssaków czworonożnych!

Do zjawisk raczej bardzo rzadkich należy kolejność ruchów zwana — inochodem. Występuje on jako objaw stały i prawidłowy w czasie kłusu u Żyrafowatych i Wielbłądowatych (rys. 283). Niekiedy można go obserwować u konia i u psa. Kolejność ruchów u inochodów daje się wyrazić za pomocą następującego wzoru:

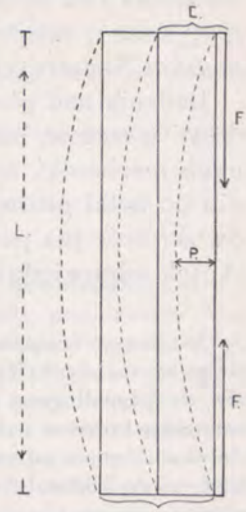
$$\text{k. t. l. + k. } \overrightarrow{\text{p. l.; k. t.}} \text{ p. + k. p. p.}$$

Innemi słowy, obydwie kończyny tej samej strony wysuwają się jednocześnie, kolejność więc nie jest naprzemienna lecz — jednostronna.

Jest rzeczą dopuszczalną przypuszczać, że w owej kolejności naprzemiennej należy szukać przyczyny przekrzyżowania większości szlaków nerwowych.

5. Budowa kości kończynowych ssaków. Obserwacja kości długich kończynowych ssaków wykazuje (poza bardzo nielicznemi wyjątkami np.: strzałka a czasami kość łokciowa), iż w ogromnej większości przypadków posiadają one kształt pałąkowato względnie esowato wygiętych »belek«, przyczem zarówno położenie, charakter, jak i kierunek ich krzywizn są zupełnie identyczne u poszczególnych przedsta-

wicieli rzędów (wyłączam ssaki o kończynach słupowatych: *Proboscidea* i ✝ *Amblypoda*). Zachodzi pytanie: czem wytłumaczyć ten stan rzeczy i jakie są jego następstwa?

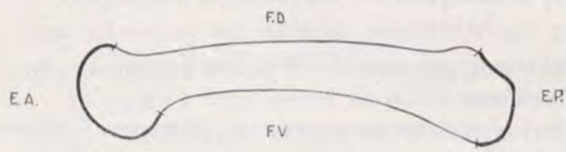


Rys. 285. Odkształcenie belki pod wpływem siły (F), działającej po jednej jej stronie. Linją przerywaną oznaczono postać jaką przybrała belka (kość!) po zaszłem odkształceniu. L — długość belki, A — grubość, E — odległość od strefy obojętnej, P — strzałka odchylenia (wygięcia).

Za punkt wyjścia naszych dociekań przyjmiemy belkę kostną prostą (rys. 285) o długości osiowej = l, i o polu przekroju wynoszącym = A. Przyjmujemy, że całe tworzywo posiada charakter izotropowy i że jest ono obdarzone modułem sprężystości = E (Young). Z powyższych założeń jedynie moduł sprężystości mógłby być znaleziony na drodze doświadczalnej, izotropja bowiem, ze zrozumiałych powodów, musi się znaleźć pod wielkim znakiem zapytania.

Do mimośrodów (hypomochljony nasadowe!) obu końców, w ten sposób zbudowanej, belki przykładamy pewną siłę — F, której kierunek jest równoległy do długiej osi belki (rys. 285). Nie potrzebuję dodawać, że owa siła uosabia napięcie prawidłowe, względnie siłę skurczową jakiegokolwiek mięśnia, posiadającego wpływ kształtotwórczy na daną kość. Umyślnie pomijamy wpływ siły mięśni należących do zespołu umięśnienia przeciwniczego. Oczywiście, że zarówno wartość czasu — t, podczas którego działa przyłożona siła, jak i wartość samej siły — F są wielkościami zmiennemi i od siebie niezależnemi.

Z chwilą zadziałania omawianej siły, plastyczne tworzywo belki ulegnie odkształceniu, przyjmując, jak widać, postać łuku skierowanego wklęsłością w stronę przyłożonej siły (oznaczono linją przerywaną), łuku, który przy wartościach nieprzekraczających granicę odnośnego modułu, odpowiada dość dokładnie krzywej sinusoidalnej. Taką właśnie postać przybierają kości długie poddawane sile odkształcającej zginaczowej o wiele przewyższającej wartość siły przeciwniczej prostowniczej. Mam na myśli, kości *metapodium* za-



Rys. 286. V kość śródręcza lwa (*Felis leo* L.), widziana w przekroju podłużnym. Jak widać, posiada ona kształt pałąkowaty, przypominający postać belki wygiętej z rys. 285 (oznaczonej linją przerywaną) EA — koniec przedni, EP — koniec tylny, FD — pow. grzbietowa, FV — pow. brzuszna (dolna).

równo przedniego jak i tylnego a częściowo i kości *auto-zeugopodium (tibia)*. Rys. 285, wyobrażający przekrój optyczny podłużny V kości śródręcza lwa oddaje dość dobrze przeciętną wielkość odkształcenia spotykaną u ssaków. Zbliżony obraz przedstawiają kości *meta-* i *acropodium* Naczelnych.

Badania nad płodami wykazały, że podobną postać kości przybierają dosyć wcześnie, należy więc ją uważać za genetycznie ustaloną. Z danych mechaniki teoretycznej nietrudno wyprowadzić, że w porównaniu do belki prostej, belka typu łukowatego wykazywać będzie około dwukrotnie (na podstawie wzoru n^2+1) wzmożoną wytrzymałość, naskutek odpowiednio zwiększonej sprężystości.

Analizując warunki odkształceniowe przychodzimy do wniosku, że wartość wygięcia naszej belki będzie proporcjonalna do modułu sprężystości tworzywa (E), do jego długości (l), do wartości siły zginającej (F) i wreszcie do długości jej ramienia, które w danym przypadku jest równoznaczne z wielkością mimośrodu — c i będzie odwrotnie proporcjonalna do wielkości przekroju izotropowego belki = A. Należałoby tutaj dodać jeszcze wpływ czasu — t, ze względu jednak na to, że wartość ta jest stosunkowo duża (wszak obejmuje całe życie), a przeto całe zagadnienie możemy śmiało traktować jako zagadnienie o charakterze czysto statycznym.

W chwili, gdy odkształcenie stało się już faktem dokonanym nie możemy przejść do porządku dziennego nad dwoma głównemi pytaniami. Chodzi o: 1) wielkość skrócenia belki (naskutek wygięcia), a więc o wynik konfliktu między długością genetyczną (aczkolwiek się o niej nie wspomina, to jednak istnieje ona niewątpliwie, czego dowodem jest chociażby to, że wszak *metapodium* nigdy nie osiąga wartości długościowej *zeugo* — wzgl. *stylopodium* nawet u Kopytnych i że współzależność między temi ostatniemi odcinkami posiada charakter gatunkowo stały), i splotem warunków zewnętrznych oraz o: 2) wielkość strzałki — P, odchylenia osi wtórnej w stosunku do osi pierwotnej (rys. 1), a więc o wielkość wygięcia.

Skrócenie wtórne długości pierwotnej belki może być wyrażone, przy niezbyt wielkich odkształceniach, wzorem

$$\frac{F.l}{A.\varepsilon},$$

który unaocznia w sposób jaskrawy rolę zmiennych — F i ε i w zupełności odpowiada formule słownej podanej powyżej.

Ponieważ owe przykrócenie jest równoznaczne z pewnem zbliżeniem końców osi belki a przeto podanemu wyrażeniu możemy nadać nową postać:

$$\frac{\pi^2}{4}.\frac{P^2}{l},$$

w którem — P odpowiada wielkości strzałki wygięcia (rys. 285). Jest ona nam chwilowo nieznana, lecz wyrazić ją możemy równaniem:

$$P = c \frac{1 - \cos\left(l\sqrt{\frac{F}{\varepsilon I}}\right)}{\cos\left(l\sqrt{\frac{F}{\varepsilon I}}\right)},$$

w którem — I oznacza moment bezwładności pola przekroju belki w stosunku do jej osi głównej i jest odpowiedzią na pytanie drugie.

Równanie zgiętej belki jako całości może być przedstawione wzorem równaniowym.

$$\frac{1}{\rho} = \frac{F y}{\varepsilon I}.$$

przy założeniu, że — y oznacza rzędną równą odległości dowolnego punktu osi zgiętej od prostej działania sił — F, F_1... zaś — ρ odpowiada promieniowi krzywizny belki zgiętej. Mamy więc tutaj do czynienia, niewątpliwie, z fenotypem osteologicznym, a który kosztem większego lub mniejszego przykrócenia zdobywa sobie większą wytrzymałość i sprężystość, co nie jest prawdopodobnie obojętne z punktu widzenia bjomechaniki ustrojowej. Dowolna kość, a więc materjał nieodpowiadający dokładnie warunkom tworzywa izotropowego, może być poddana wyłuszczonym zmianom jedynie w przypadkach zastosowania odpowiedniej asekuracji, którą stosuje budownictwo przy operowaniu na materjale nawet zupełnie homogennym. Wartość asekuracji kośćcowej bywa bardzo różna i zależy, w pierwszym rzędzie, od kształtu przekroju danej kości, od kąta jej nachylenia w stosunku do poziomu oraz od jej obciążenia.

Jeżeli chodzi o wartość siły — F, to możemy ją wyrazić bądź w sposób bezwzględny za pośrednictwem przekroju fizjologicznego odpowiedniego zespołu mięśniowego, bądź też na drodze uznania owej siły jako wypadkowej dodatniej dwóch układów przeciwniczych, a co bardziej odpowiada warunkom prawidłowym.

Streszczając powyższe przechodzimy do wniosków następujących:

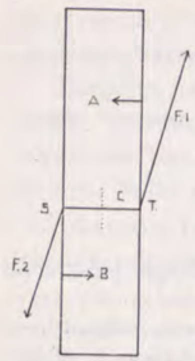
1) kość długa łukowato wygięta (»typu łukowatego«) jest wykładnikiem znacznej przewagi ze strony jednego z układów sił działających na ową kość;

2) kość wygina się zawsze wklęsłością w kierunku siły większej;

3) ponieważ, nieomal we wszystkich przypadkach, układ zginaczowy jest silniejszy od układu mięśniowego prostowniczego a przeto — powierzchnia kości wklęsła jest jej powierzchnią zginaczową.

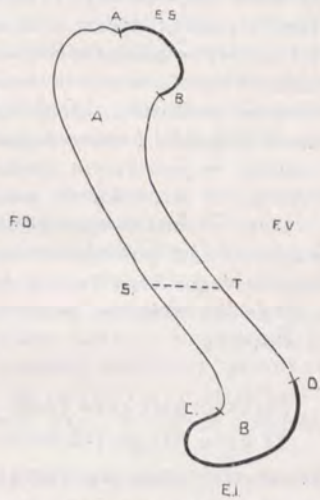
Wynika z tego jasno, że jeżeli mamy do czynienia z odcinkiem kości długiej łukowato wygiętej, powierzchnia jej wypukła wskaże nam — kierunek grzbietowy (prostowniczy), powierzchnia zaś wklęsła — kierunek brzuszny (zginaczowy) kończyny (rys. 286). Wielkość wygięcia może, oczywiście, przybierać u poszczególnych ssaków wartości bardzo różne nie podaję ich jednak tutaj, chodzi mi bowiem jedynie o samą zasadę.

Już powierzchowna obserwacja jakiegokolwiek ssaka wykaże nam, że powyższe dane mogą się odnosić li tylko do odcinków metapodjalnych kończyn (częściowo również do *autopodium* i do *zeugopodium*, a zwłaszcza do k. piszczelowej), nie znajdują jednak bezpośrednio zastosowania w architekturze — *stylopodium*. Zajmiemy się więc zkolei tem ostatniem.



Rys. 287. Przedstawia belkę, poddawaną działaniu dwóch układów sił (F_1, F_2), przyłożonych do powierzchni przeciwległych belki. Kierunki wygięć, które zajdą, zostały oznaczone strzałkami A i B.

Otóż, oglądając *stylopodium* zboku stwierdzamy, że nie stanowi ono ani belki prostej ani belki łukowato wygiętej, lecz że posiada nieomal zawsze postać e s o w a t o p o w y g i n a n ą w płaszczyźnie strzałkowej (rys. 288). Jest rzeczą samą przez się zrozumiałą, że w związku z bardzo różnorodną techniką przenosinową, u poszczególnych przedstawicieli ssaków, i wielkość odkształceń jest niejednolita, zawsze jednak osiąga wartość dostępną dla bezpośredniej obserwacji. Z owych dwóch wygięć — górnego i — dolnego (rys. 288) jeżeli jedno jest skierowane wklęsłością ku przodowi, drugie zwraca się ku tyłowi et vice versa.



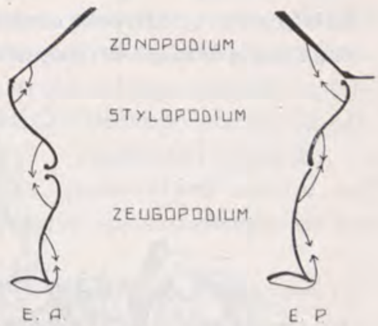
Rys. 288. Schemat budowy kości ramiennej, widzianej w przekroju podłużnym optycznym. Linją czarną zostały obwiedzione powierzchnie stawowe (A — B, C—D, zasięg owych powierzchni); A — koniec górny, B — koniec dolny, FD — pow. grzbietowa, FV — pow. brzuszna.

Proste doświadczenie wykazuje, że tego rodzaju odkształceniu ulegnie belka w przypadku przyłożenia do niej dwóch sił nierównych lecz równoległych, przyłożonych w niewielkiej odległości od siebie po przeciwległych stronach kości i o kierunkach przeciwnych (rys. 287). Jest rzeczą dla nas oczywiście, zupełnie obojętną, która z sił — F_1 lub — F_2 odpowiadać będzie zespołowi mięśni zginaczowych względnie prostowniczych.

Z analizy powstawania kości typu łukowatego wiemy już, że wklęsłowości krzywizn są zawsze zwrócone w kierunku przyłożenia sił odkształcających większych i że wobec tego wykładnikiem siły (wzgl. sił — F_1 jest krzywizna — A, a wykładnikiem siły — F_2 krzywizna — B (rys. 287). Oczywiście, że wielkość odkształcenia (strzałka = P) zależeć będzie od wielkości siły (czyto siły F_1, czyto siły F_2), od kąta przyłożenia

jej (kąta ścięgnowo-kostnego), od wielkości mimośrodu (c) i wreszcie od modułu sprężystości i wielkości pola przekroju. Sądzę, że moment bezwładności może nie być brany w rachubę, jakoże w warunkach prawidłowych (wzajemna kontrola mięśni zginaczy przez mięśnie prostowniki!) osiąga on wartość znikomo małą (zwłaszcza u ssaków o masie ciała niezbyt wielkiej).

W ten sposób, uproszczone zagadnienie nakazuje domyślać się, że zarówno siła — F_1 jak i siła — F_2 są wypadkowemi sił mięśniowych zginających i prostujących i że posiadać one muszą wartości dodatnie. Należy się więc spodziewać, że zespołowi mięśni silniejszych (chodzi oczywiście o wypadkową!) kość przeciwstawia swą powierzchnię wklęsłą, zespołowi zaś mięśni słabszych (także chodzi o wypadkową!) — powierzchnię wypukłą. Jak widzimy, wnioski powyższe pokrywają się w zupełności z wnioskami wysnutemi z analizy powstawania belki typu łukowatego, z tem jednak, że podczas gdy poprzednio przyjmowaliśmy istnienie tylko jednej wypadkowej, obecnie nasuwa się nieodparcie konieczność przyjęcia dwóch, po obu stronach belki, rozmieszczonych i działających asynchronicznie sił.

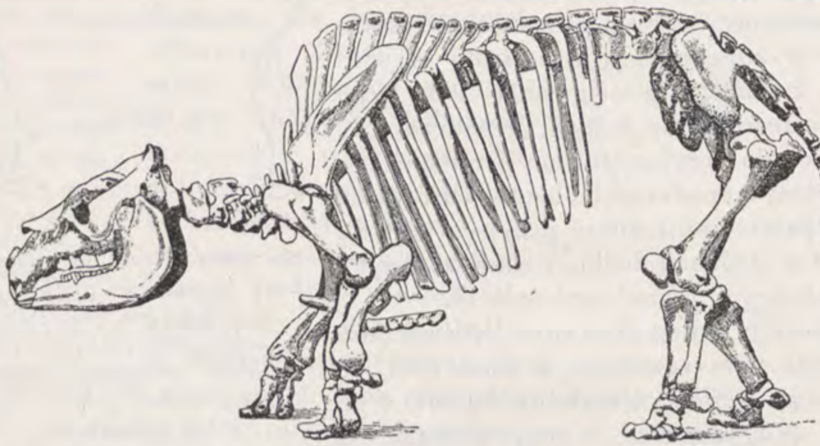


Rys. 289. Schemat ukształtowania kości w kończynie przedniej (EA) i w kończynie tylnej (EP). Stosunki zostały rozmyślnie przejaskrawione. Strzałkami oznaczono kierunek działania głównych zespołów mięśniowych.

Esowate ukształtowanie *stylopodium* pozwala nam rozróżnić w niem dwa, do pewnego stopnia, niezależne odcinki (rys. 288), spotykające się w miejscu zetknięcia się obu krzywizn (S. T.). Mam na myśli — odcinek górny (A) »zainteresowany« w ruchach *zonopodium* i będący pod wpływem siły kształtotwórczej — F_1 i oraz — odcinek dolny (B) stojący w związku z siłą — F_2 a posiadający związek bezpośredni z *zeugopodium* (rys 289). Jak wspomniałem kilkakrotnie, kierunek krzywizn owych odcinków jest wręcz odmienny co w sposób dobitny podkreśla czynnościowe zróżnicowanie tego odcinka kończyny. Zastosowywując wzór $n^2 + 1$ stwierdzamy, że dziękit akiemu właśnie ukształtowaniu *stylopodium* wzmaga się jego wytrzymałość blisko pięciokrotnie kosztem większego lub mniejszego przykrócenia, które każdorazowo możemy obliczyć na podstawie powyżej załączonego wzoru. Zwiększenie wytrzymałości, i tym razem, należy zaliczyć głównie na poczet zwyżki sprężystości.

Na tem nie koniec! Porównywując *stylopodium* przednie ze *stylo-*

podium tylnem stwierdzamy z łatwością, że — kierunek krzywizn w obu kończynach jest nawskroś odmienny (rys. 289, 280). Istotnie, podczas gdy w kończynie przedniej odcinek górny kieruje swą wklęsłość — ku tyłowi a odcinek dolny — ku przodowi, w kończynie tylnej odcinek górny zwraca wklęsłość ku przodowi odcinek zaś dolny ku tyłowi. Dzięki powyższemu, powierzchnia stawowa główki kości ramiennej stale zwraca się ku tyłowi, główka zaś kości udowej jest wygięta dośrodkowo i nieco ku przodowi (rys. 291). W załączonym schematycznym rys. 289 wielkość krzywizn została z rozmysłem przejaskrawiona, a to celem dobitniejszego wykazania różnic. Pragnę podkreślić z naciskiem, że tego rodzaju ustosunkowanie występuje z a w s z e u ssaków czworonożnych, aczkolwiek mogą zachodzić i zachodzą istotnie znaczne różnice w stopniu wykształcenia krzywizn stylopodjalnych.



Rys. 290. Kościec ✝ *Toxodon'a*, pleistoceńskiego płd. ameryk. przedstawiciela ✝ *Notoungulata* (wg. Lydekker'a). Zwrócić uwagę na kierunek oraz na charakter wygięć kości kończynowych oraz na niebywale niskie położenie mostka.

Różny bywa również stosunek długościowy między obu odcinkami (górnym — i dolnym albo lepiej — zonopodjalnym i — zeugopodjalnym) nie narusza to jednak, oczywiście, w niczem samej zasady architektury kończynowej.

Tak się sprawa przedstawia jeżeli chodzi o stan faktyczny. O wiele trudniejszem jest wytłumaczenie tego układu stosunków, sądzę jednak, że i ono nie powinno budzić poważniejszych wątpliwości.

Zacznijmy od analizy kształtotwórczej *stylopodium* przedniego.

Jak wiadomo, główna różnica czynnościowa jaka zachodzi między kończyną przednią i kończyną tylną jest ta, że podczas gdy pierwsza

»pracuje« przedewszystkiem przez — skracanie, kończyna tylna przez — wydłużanie. Jest to fakt, bez względu na jego genezę (bytowanie nadrzewne ssaków pierwotnych względnie inne czynniki). Otóż, jeżeli chodzi o kończynę przednią to skrócenie jej czynnościowe może nastąpić w czasie chodu (między innemi) przez zmniejszenie kąta łopatkoworamiennego i przez zwarcie kąta ramiennopodramiennego. Czynność powyższą wykonywują: m. podgrzebieniowy, m. podłopatkowy, m. obły mniejszy oraz szereg mięśni współdziałających, o wypadkowych bardziej złożonych.

Zadaniem zmniejszenia kąta łokciowego obarczają się: m. ramienny wewnętrzny, m. ramiennopromieniowy oraz nieomal cały zespół mięśni nadkłykcia przyśrodkowego (i tym razem pomijam szereg mięśni o czynnościach złożonych). I oto, krzywizna odcinka górnego *stylopodium* przedniego kieruje swą wklęsłość w stronę silnego zespołu zginaczowego barku (rys. 289), a krzywizna odcinka dolnego obejmuje zginacze podramienia. Z analizy budowy kości ramiennej wpływa, że znaczenie kształtotwórcze, w tym kierunku, pozostałych mięśni jest niewielkie i że wielkość wypadkowej przechyla się stanowczo na korzyść mięśni wymienionych.

Jak z samego założenia wypływa, układ stosunków w kończynie tylnej musi być odmienny (rys. 290). Istotnie, tym razem, przewaga ze strony mięśnia biodrowoudowego i m. czworogłowego uda z jednej, i umięśnienia łydkowego z drugiej (pierwszy w stosunku do odcinka górnego a drugie w stosunku do odcinka dolnego *stylopodium)* wyraża się podwójnem wygięciem kości odwrotnem, aniżeli w kończynie przedniej. Sądzę, że wykres graficzny układu sił, przedstawiony na rys. 289 wyjaśni lepiej i dosadniej spotykany stan rzeczy aniżeli żmudny opis.

Tenże rysunek wyjaśnia w sposób przejrzysty przyczynę tak częstego *(Carnivora, Insectivora, Primates)* esowatego ukształtowania kości promieniowej i łukowatą (szablowatą) budowę piszczeli (rys. 291).

Streszczając powyższe, możemy powiedzieć, że większość kości długich kształtuje się pod dwiema głównemi postaciami: pod — postacią łukowatą *(metapodium, acropodium)*, będąca wynikiem jednostronnej przewagi siłowej ze strony zginaczy oraz pod — postacią esowatą *(humerus)* powstałą naskutek dwustronnego konkurencyjnego układu sił.

Silne wygięcie główek stylopodjalnych wlecze za sobą nieodparcie powstanie punktów krytycznych szyjkowych mogących ulegać łatwemu załamaniu. Zapobiega temu swoiste zgrubienie kości, umieszczone w płaszczyźnie strzałkowej — filar szyjkowy kości ramien-

nej *(adminiculum humeri*[1]) R. P.) położony wtyle tuż pod krawędzią powierzchni stawowej główki i — filar szyjkowy k. udowej *(adminiculum femoris* R. P.) »podpierający« od strony przyśrodkowej główkę kości udowej, a które łatwo stwierdzić u wszystkich ssaków lądowych. Owe filary są wyjątkowo dobrze ukształtowane u Kopytnych i, w dosłownem tego słowa znaczeniu, podpierają kątowo ustawioną główkę stylopodjalną.

Na zakończenie należy dodać, że jedynemi miejscami kończyn gdzie znajdujemy jeszcze kości krótkie są nadgarstek i stęp. Wszystkie pozostałe kości posiadają charakter kości długich, co jest niewątpliwie wynikiem przybywania w środowisku lądowem. Tem należy wytłumaczyć że u ssaków »uwodnionych« wszystkie kości kończynowe stają się ponownie kośćmi krótkiemi. Bjomechaniczne wytłumaczenie tych zmian przystosowanych nie nastręcza żadnych trudności.

6. Znaczenie kończyn w badaniach nad pokrewieństwem gatunków. Nawiązanie łączności genetycznej między poszczególnemi gatunkami jest jeszcze dalekie od urzeczywistnienia. Tak się losy świata złożyły, że na ssaki żyjące obecnie nie możemy się patrzeć inaczej jak na liście zerwane z jednego pnia drzewnego potężnym podmuchem wiatru dziejowego i rozsiane chaotycznie bez zachowania więzi z pniem macierzystym. Wprawdzie owe braki w drzewie genealogicznem usiłuje wypełnić paleozoologja, cóż kiedy ogromna większość odkryć posiada charakter nawskroś przypadkowy co oczywiście zmniejsza poważnie szanse szybkiego zlikwidowania dotychczasowych braków.

Zpośród znajdowanych resztek kostnych największą wartość posiadają pozostałości po czaszce i po kończynach. O wartości taksonomicznej czaszki była mowa powyżej. Znaczenie kośćca osiowego kręgosłupa oraz klatki piersiowej jest znacznie mniejsze między innemi i dlatego, że stanowią one rozdział anatomji stosunkowo najmniej opracowany.

Pozostają więc — kończyny. Otóż, jeżeli chodzi o nie to odnośny materjał paleontologiczny obejmuje dwa odmienne rodzaje pozostałości: mam na myśli — ślady istot wykopaliskowych oraz ich — resztki kostne. Laikowi wydawać się może paradoksalne by — ślady stóp mogły przetrwać przez tak nieskończenie długo wlokące się okresy geologiczne (czasokres trwania samego okresu lodowcowego — pleistocenu wynosił według H. F. Osborn'a — 520.000 lat!) a jednak i w tym przypadku rzeczywistość jest bardziej oszałamiająca aniżeli najlotniejsza fantazja poety. I tak, w roku 1896 O. C. Marsch odkrył przypadkowo nad Allegham River w St. A. Płn. w pokładzie górnodewońskim pierwsze, niezwykle wyraźne, ślady stóp kręgowca lądowego zwanego — ✝ *Thinopus antiquus*. A dzieli nas od owej chwili kiedy ów kręgowiec pozostawił w mule przyrzecznym odciski swych stóp dobre kilkadziesiąt miljonów lat! Ze względu na to, że żadne resztki kostne kręgowców lądowych z okresu dewońskiego (paleozoicum!) nie są znane a przeto odkrycie O. C. Marsch'a, pozornie tak błahe,

[1]) *s. crista humeri post.* (rys. 307).

stanowi niezaprzeczalny dowód, że jednak w owym okresie kręgowce lądowe już istniały.

Przypuszczam, że systematycznie przeprowadzone badania nad śladami ssaków współczesnych mogłyby się przyczynić do rozwiązania niejednego zagadnienia z zakresu bjomechaniki i »harmonji ruchów«[1]). Dane dotychczasowe posiadają charakter raczej przypadkowy i chaotyczny (niewystarczająco uwzględniają poszczególne fazy ruchu!) i są rozproszone przeważnie w piśmiennictwie łowieckiem. Otwierają się zatem tutaj przed morfologiem bardzo rozległe a co ważniejsze niewyzyskane widnokręgi badawcze.

Nierównie ważniejsze i liczniejsze są — pozostałości kostne. Otóż, jeżeli chodzi o taksonomiczną ich wartość, mam na myśli ich znaczenie w odtwarzaniu drzewa genealogicznego ssaków, to należy się mieć na baczności by idąc w kierunku najmniejszego oporu nie wyciągnąć zgoła fałszywych wniosków! W samej rzeczy, jeżeli weźmiemy do rąk dwie homologiczne kości (powiedzmy że są to dwie kości ramienne), wykazujące duże wzajemne podobieństwo, z których jedną cechuje pewne specjalne odchylenie w budowie, natomiast druga przedstawia kształt bardziej pierwotny, to cóż łatwiejszego jak stwierdzić że mamy do czynienia z kośćmi dwóch gatunków spokrewnionych, przyczem kość o budowie pierwotniejszej należy do gatunku który może być uważany za przodka gatunku, do którego należy kość wyspecjalizowana?... A jednak kierując się tylko temi danemi moglibyśmy popełnić fatalną omyłkę! Była o tem wzmianka w części ogólnej a teraz mamy dobrą sposobność przyjrzeć się tej sprawie zbliska!

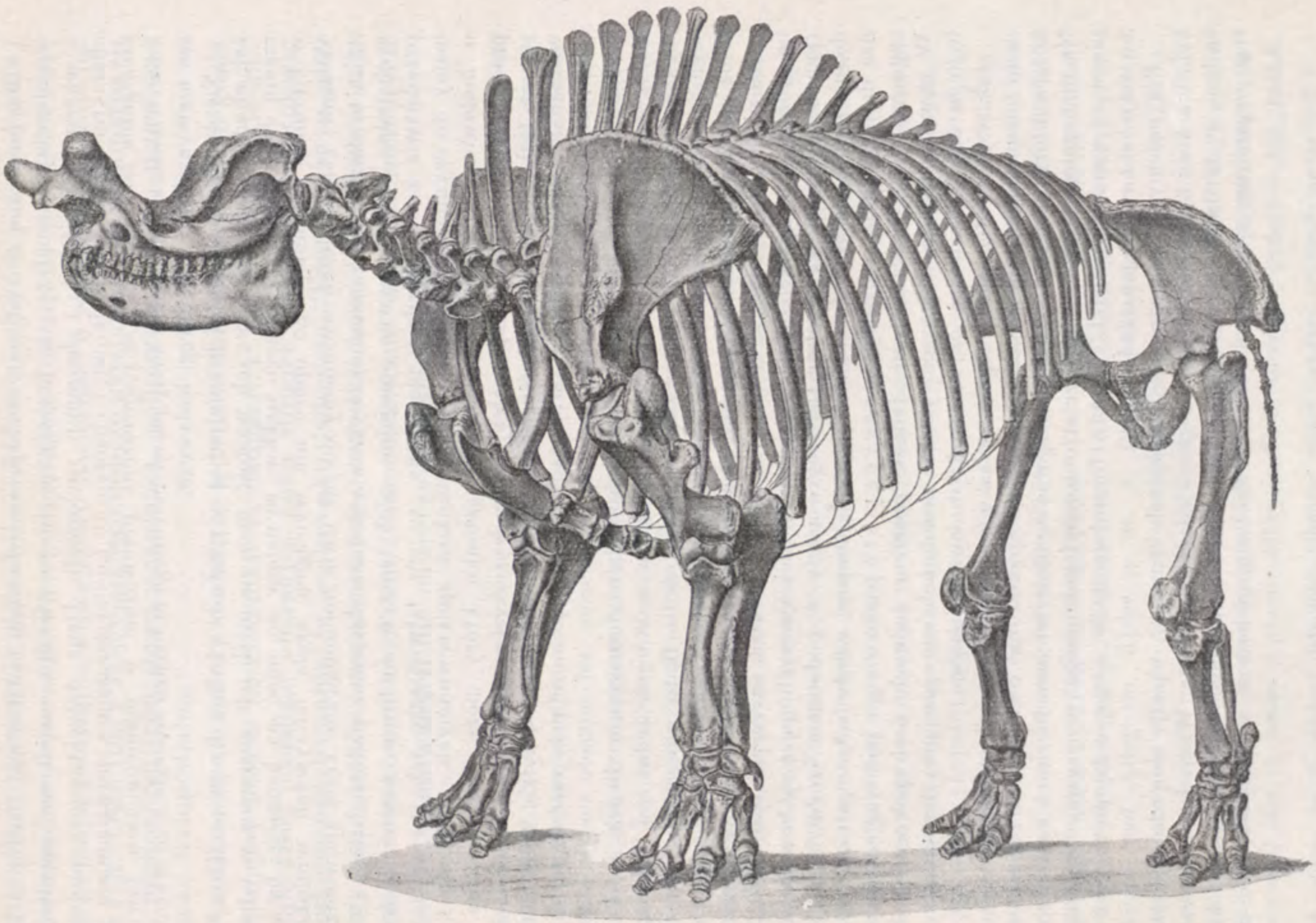
Chodzi o to, że jeżeli mamy się wypowiedzieć o znaczeniu dwóch kości homologicznych należących do różnych gatunków, z których jedna np. kość — A wykazuje cechy pierwotniejsze od podobnej kości — B, to z tego niekoniecznie wynika, że właściciel kości — A musi być i jest przodkiem właściciela kości — B. Otóż, ażeby się przekonać o stopniu pokrewieństwa łączącego dwie formy zwierzęce nie wolno się opierać li tylko na podobieństwach zaczerpniętych z analizy np. kończyn, nie uwzględniając innych jednostek kostnych, może się bowiem zdarzyć, że dwa gatunki zupełnie sobie obce mogły w podobnem środowisku upodobnić swe kończyny. Jeżeli istotnie to ma miejsce, wtedy badane gatunki wchodzą do jednego, jak mówimy, — szeregu stopniowego pod względem kończynowym, nie wykazują one jednak pozatem żadnych cech pokrewieństwa. W nawiasie dodam, że opracowywanie podobnych szeregów przystosowawczych było bardzo w modzie w okresie rozkwitu ewolucjonizmu.

Jak wspomniałem stwierdzenie związku genetycznego między dwoma nieznanemi nam bliżej gatunkami musi się opierać na całokształcie cech kośćca, które to cechy muszą wykazywać zgodnie ten sam kierunek ewolucyjny! Na niebezpieczeństwo grożące ze strony zbyt pohopnego wyciągania wniosków pierwszy zwrócił uwagę L. Dollo formułując t. zw. — zasadę przekrzyżowania cech specjalnych.

Przypuśćmy, że uczestnicząc w robotach ziemnych wpadła nam do rąk jakakolwiek kość kończynowa (A) i naprzykład jeden ząb (a). Wszystko przemawia za tem, że zarówno owa kość jak i ząb należą do pewnego gatunku ssaka, którego oznaczymy symbolicznie literą — M. I oto, niebawem, w innej warstwie po-

---

[1]) Pod nazwą »harmonja ruchów« należy rozumieć całokształt ruchów, które cechują bjologiczną postawę i zachowanie się danego gatunku (p. tom III: Mjologja).



Rys. 291. Odtworzenie kośćca ✝ *Brontops robustus* Marsh. (✝ *Titanotheriidae)* wg. H. F. Osborn'a (p. tom I, str. 74). 1/15 wielkości naturalnej. Zasługują na szczególną uwagę: budowa czaszki, kłąb szyjnopiersiowy (ciężar głowy!), kształt łopatki, budowa k. ramiennej i podramienia, postawa palczasta kończyn, wzór palcowy: $\frac{2+III+IV+5}{II+III+IV}$

kładu ziemnego, znajdujemy bardzo podobną kość kończynową — B i znowu jeden ząb — b, przyczem stwierdzamy, że obydwa te twory należą do ssaka tego samego gatunku, gatunku — N. Powstaje teraz pytanie czy zbliżone do siebie gatunki — M i N są gatunkami ze sobą spokrewnionemi czy też tylko upodobnionemi? Otóż, gdybyśmy się oparli li tylko na analizie budowy kości kończynowych — A i — B moglibyśmy przyjść do wniosku, że ponieważ z owych dwu kości, kość — A wykazuje budowę bardziej pierwotną a przeto gatunek — M jest przodkiem gatunku — N. Wpisalibyśmy więc obydwa gatunki do jednego szeregu genetycznego zwanego — s z e r e g i e m r o d o w y m i oznaczylibyśmy ich wzajemny stosunek wzorem: M ⟶ N. Zwróćmy jednak naszą uwagę na budowę owych znalezionych zębów. I cóż się okazuje? Okazuje się, że tym razem ząb — b — wykazuje cechy pierwotniejsze od cech zęba — a. Wynikałoby więc z tego że gatunek — N jest przodkiem gatunku — M (N ⟶ M). I oto, zestawiając obydwa w ten sposób otrzymane wzory doszlibyśmy do zupełnie absurdalnego wniosku, że gatunek — M jest przodkiem a jednocześnie potomkiem gatunku N... A więc cóż z tego wynika? Poprostu to, że obydwa gatunki — M i — N naskutek przebywania w środowisku identycznem wykształciły w sposób zbliżony swe kończyny, nie wpłynęło to jednak oczywiście na upodobnienie ich zębów, które zachowały odmienne kierunki ewolucyjne, a przeto omawiane gatunki są przedstawicielami tego samego — szeregu stopniowego (jeżeli chodzi o kończyny!!!) ale pozatem żaden związek genetyczny je ze sobą nie wiąże!

a) KOŃCZYNY PRZEDNIE.

W skład — k o ń c z y n p r z e d n i c h *(extremitates anteriores)* wchodzą następujące odcinki: 1) — o b r ę c z b a r k o w a *(cingulum extremitatis anterioris);* 2) — r a m i ę *(brachium);* 3 — p o d r a m i ę *(antebrachium)* i 4) — r ę k a *(manus).*

1. Obręcz barkowa.
(Cingulum extremitatis ant.).

O b r ę c z b a r k o w a sklada się u ssaków zasadniczo z trzech, pierwotnie zupełnie niezależnych, kości — ł o p a t k i, — k o ś c i k r u c z e j i — o b o j c z y k a, z których to kość krucza w ogromnej większości przypadków (za wyjątkiem — S t e k o w c ó w) zrasta się calkowicie z łopatką, obojczyk zaś często wykazuje bardzo daleko idące uwstecznienie. Z powyższego wynika, że w porównaniu z Lądowcami niższemi (plazy, gady) układ stosunków w obręczy barkowej uległ u ssaków znacznemu uproszczeniu, mechanizm którego nie jest dotychczas wystarczająco wyjaśniony.

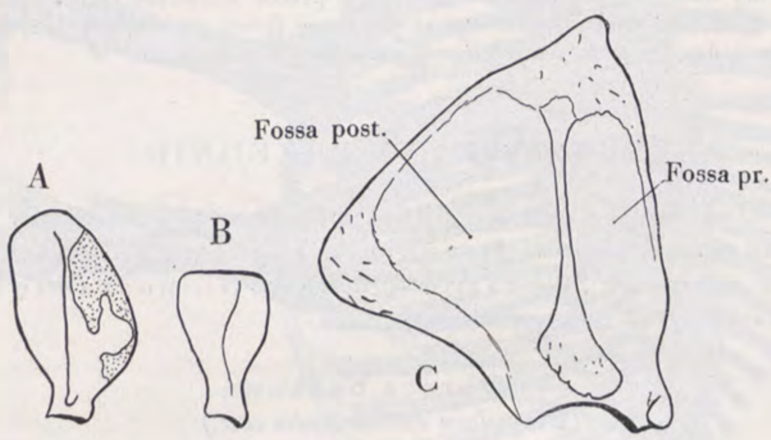
Z owych trzech składników obręczy — o b o j c z y k oraz — k o ś ć k r u c z a służą do nawiązania łączności między kończyną i tułowiem za pośrednictwem mostka, natomiast — ł o p a t k a leży wolno ukryta

wśród mas mięśniowych stanowiąc oparcie dla kości ramiennej (rys. 289).

Tak więc w przypadkach uwstecznienia kości kruczej i obojczyka kończyna przednia nie posiada żadnego trwałego oparcia o tułów, co w pewnym stopniu ogranicza jej swobodę ruchów.

Obręcz barkowa, podobnie jak czaszka kręgosłup i żebra, szybko ulega w ziemi zniszczeniu naskutek czego szczątki obręczy ssaków wykopaliskowych należą raczej do znalezisk rzadkich. Tem należy wytłumaczyć że anatomja porównawcza tych odcinków kośćca jest stosunkowo mniej opracowana.

a. Łopatka *(scapula)* stanowi — odcinek grzbietowy obręczy barkowej, odcinek niewchodzący w ściślejszy związek z żadną z kości tułowia (rys. 1, 22, 273, 291, 298). Jeżeli temniemniej zapewnia ona połączenie kończyny przedniej z tułowiem, to dzieje się to



Rys. 292. Prawe łopatki, widziane zboku.
A — † *Phenacodus;* B — † *Mesohippus;* C — † *Uintatherium* (wg. H. F. Osborn'a). fossa pr. — *fossa praespinata;* Fossa post. — *fossa postspinata.*
Zestawienie to ma na celu przedstawienie odkształceń wtórnych (b, c) łopatki u Kopytnych od typu pierwotnego (a) pod wpływem zmiany »harmonji ruchów« (p. str. 413). Porównać budowę łopatki † *Phenacodus*'a z łopatką konia współczesnego (rys. 298) i łopatkę † *Uintatherium* (c) z łopatką człowieka (rys. 296)!

jedynie dzięki licznym i mocnym pasmom mięśniowym (np. mięsień zębaty brzuszny, m. równoległoboczny!), które przytwierdzają ją do ścian tułowia.

Łopatka ma kształt szerokiej lecz bardzo płaskiej i cienkiej o trójkątnym zarysie blaszki, położonej na ścianie bocznej odcinka przed-

niego klatki piersiowej (rys. 291). U człowieka (rys. 304), naskutek pjonizacji ciała, powodującej nadanie klatce kształtu beczkowatego, łopatka przesuwa się w kierunku kręgosłupa, kładąc się na ścianie tylnej (górnej) klatki piersiowej.

Zarówno budowa jak i kształt łopatki jest oczywiście »funkcją« własności ruchowych kończyny, stąd cała gama postaci przystosowawczych, niekiedy zdumiewająco do siebie niepodobnych (por. rys.: 292 A, 292 B, 292 C, 295!). Należałoby więc rozróżnić łopatkę: kończyny przedniej chwytnej (rys. 290 D), kończyny o zachowanych ruchach kości podramienia (rys. 296), kończyny typu nośnego (rys. 292 B), typu grzebnego (295) i t. d. i t. d.

W obrębie Kopytnych H. F. Osborn (1929) ustalił trzy zasadnicze postacie łopatki a to w zależności od szybkości chodu i od wagi ciała. Tak więc, wspomniany autor bierze pod uwagę następujące trzy typy czynnościowe ssaków:

mediportalia (»powolnochody«) np.: lew (rys. 293), ✝ *Phenacodus* (rys. 292);
cursorialia (»szybkochody«) np.: koń (rys. 298), ✝ *Mesohippus* (rys. 292 B);
graviportalia (»ciężkochody«) np. Słoniowate, ✝ *Uintatherium* (rys. 292 C).

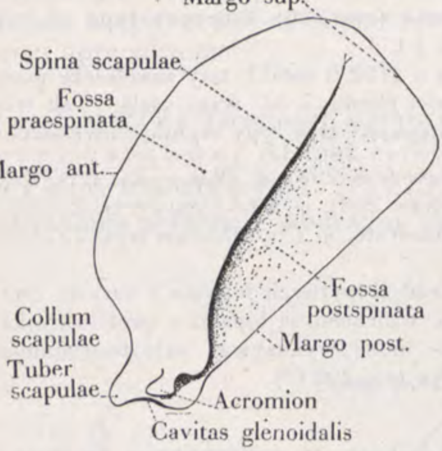
Za postać wyjściową jest uważana wśród Kopytnych łopatka o zarysie owalnym (rys. 292 A), postaciami pochodnemi, wtórnemi są łopatki o profilu trójkątnym, przyczem ów »trójkąt łopatkowy« może wykazywać najróżnorodniejsze odkształcenia stosunków (por. rys. 292 B z rys. 292 C!).

Powiększenie wymiarów łopatki ssaków, w porównaniu do innych kręgowców, tłumaczy się znacznem urozmaiceniem czynności kończyny przedniej i w związku z tem powstaniem specjalnego umięśnienia, dosłownie wytapetyzowywującego obydwie powierzchnie łopatki (rys. 303), a służącego do wykonywania ruchów obrotowych kością ramienną. Zasługuje również na uwagę ustawienie łopatki, a więc kierunek długiej osi w stosunku do płaszczyzny poziomej. I otóż już na pierwszy rzut oka stwierdzamy, że u wszystkich ssaków czworonożnych długa oś łopatki kieruje się zawsze wdół i ku przodowi (rys. 297) tworząc wraz z płaszczyzną poziomą kąt (»kąt łopatkowy«) otwarty ku tyłowi i wynoszący przeciętnie 50^0. Na podstawie analizy układu sił panującego w okolicy łopatkowej, przychodzimy do wniosku, że takie właśnie położenie łopatki jest głównie wynikiem czynności hamujących kończyny przedniej.

Wielkość kąta łopatkowego zależy od postawy ssaka a pozatem od szybkości chodu i od masy ciała. Ową współzależność łatwo dostrzec na rys. 297. Istotnie, podczas gdy u takiego szybkobieżnego ✝ *Equus scotti* (rys. 297 A), nachylenie łopatki w stosunku do kości ramiennej jest znaczne, u takiego powolnochoda jak ✝ *Brontops robustus* (rys. 291, 297, B') kąt łopatkowy ulega zwiększeniu a u ciężkochodnego ✝ *Mastodon*

americanus (rys. 297 C') łopatka umieszcza się nieomal w przedłużeniu kości ramiennej albo co na jedno wychodzi obydwie kości: łopatka i kość ramienna podlegają spjonizowaniu. Zupełnie analogiczny układ stosunków będziemy mieli sposobność stwierdzić dalej, t. j. przy omawianiu kończyn tylnych u *graviportalia*.

Na łopatce rozróżniamy dwie powierzchnie: — boczną i — przyśrodkową; trzy krawędzie: — przednią, — górną i — tylną i wreszcie — kąt dolny, służący do połączenia z kością ramienną i który nazwiemy — kątem panewkowym *(angulus glenoidalis)* (rys. 294).



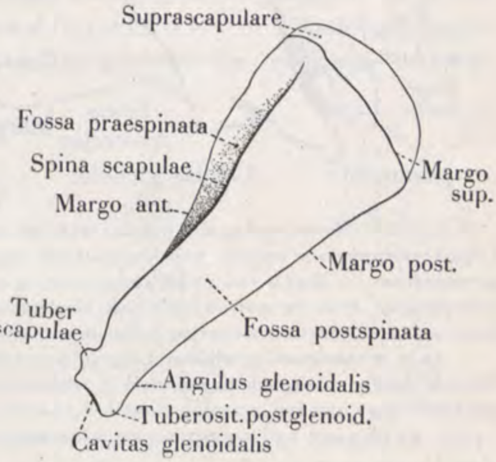
Rys. 293. Łopatka lwa *(Felis leo* L.), w położeniu prawidłowem, widziana zboku.
Uderza tutaj rozległość — dołu przedgrzebieniowego *(fossa praespinata)*, świadcząca za możnością wykonywania wielkich odchyleń kończyną w kierunku zginaczonym (por. z rys. 294).

Powierzchnię boczną *(facies lat.)* cechuje przedewszystkiem obecność listewkowatego — grzebienia łopatkowego *(spina scapulae)*, ciągnącego się stromo od krawędzi górnej łopatki w kierunku kąta panewkowego (rys. 293). Grzebień łopatkowy jest wywołany rozrostem umięśnienia barkowego i pojawia się pod postacią zaczątkową u Stekowców. Część pośrodkowa grzebienia tworzy u *Equidae* (rys. 298) i u *Suidae* (rys. 301) zgrubienie — guz grzebieniowy *(tuber spinae)*, występujący również u *Primates* i u *Bovinae* (rys. 294) pod postacią niewielkiego nabrzmienia. Ukształtowanie dolnego odcinka grzebienia stoi w ścisłym związku z obecnością względnie z brakiem obojczyka. Tak więc, u — istot bezobojczykowych *(aclavicularia)* grzebień łopatkowy, albo ginie zupełnie w pobliżu kąta panewkowego *(Equidae, Suidae)*, lub też tworzy niewielkie wzniesienie *(Bovinae, Carnivora)*, stanowiące szczątkowy — wyrostek barkowy *(acromion)* (rys. 295). U *Leporidae* drobny wyrostek barkowy kończy się cieniutką listewką skierowaną początkowo ku dołowi a następnie ku tyłowi, a którą nazwiemy — wyrostkiem haczykowatym *(proc. uncinatus* R. P.) (rys. 302).

U człowieka (rys. 296), u Naczelnych i u innych ssaków o kończynach przednich chwytnych, wyrostek barkowy jest silnie rozwinięty,

hakowato wygina się ponad kąt panewkowy i posiada drobną — powierzchnię stawową obojczykową *(facies clavicularis)*, służącą do połączenia z obojczykiem. Iż istotnie obecność dobrze wykształconego wyrostka barkowego może być uważana za wykładnik obecności bezpośredniego połączenia łopatki z obojczykiem, za dalszy dowód służyć mogą — gady, zpośród których jedynie te są w ów wyrostek wyposażone, które posiadają obojczyk zestawiający się z łopatką!

W tyle od grzebienia łopatkowego widnieje u niektórych ssaków *(Insectivora, Xenarthra, Myrmecophagidae* i u licznych zpośród Naczelnych i Mięsożernych podobna, choć zazwyczaj znacznie niższa listewka zwana — grzebieniem łopatkowym tylnym *(spina scapulae post.)* wskazująca na silny rozrost umięśnienia zagrzebieniowego (rys. 295), będącego w ścisłym związku z możnością wykonywania silnych ruchów prostowania (np. przy ryciu nor, jam, mrowisk i t. d.).

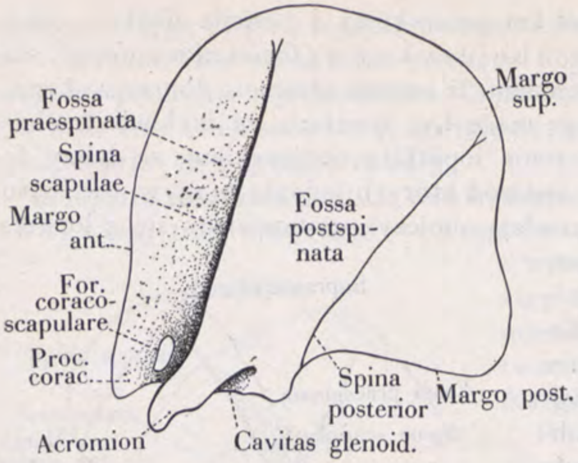


Rys. 294. Łopatka bizona *(Bison bison* L.), widziana zboku.

Tym razem rzuca się w oczy rozległość — dołu zagrzebieniowego *(fossa postspinata)*, szczupłość — dołu przedgrzebieniowego *(fossa praespinata)* oraz obecność chrząstki — łopatkowej *(suprascapulare)*, będącej odcinkiem łopatki nie podlegającym u wielu Kopytnych skostnieniu (por. z rys. 293 i 295)

Całą powierzchnię boczną łopatki dzieli grzebień łopatkowy na dwa nierówne wgłębienia: jedno leżące naprzedzie jest to — dół przedgrzebieniowy *(fossa praespinata s. f. supraspinata)* i drugie położone wtyle od grzebienia — dół zagrzebieniowy *(fossa postspinata s. f. infraspinata)* (rys. 293, 294, 295, 296).

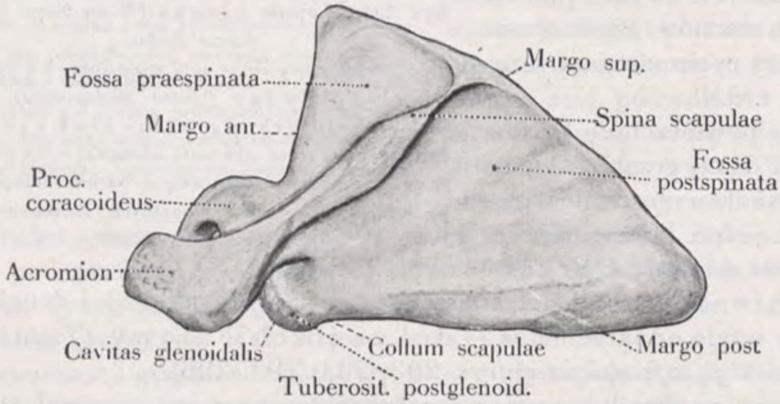
Należy podkreślić, że dół przedgrzebieniowy jest nieomal zawsze mniejszy od dołu zagrzebieniowego, choć np. u Mięsożernych (rys. 293) różnica ta jest bardzo słabo zaznaczona natomiast u człowieka (rys. 296), a zwłaszcza u Rękoskrzydłych dół zagrzebieniowy jest wielokrotnie większy co stanowi jedną z cech charakterystycznych łopatki ludzkiej. Różnice w stosunkach wielkościowych obydwu dołów zaznaczają się wyjątkowo jaskrawo w zestawieniu łopatki lwa z łopatką bizona. Istotnie, podczas gdy u lwa, wyposarzonego w kończyny



Rys. 295. *Myrmecophaga*. Łopatka, widziana zboku. Łopatkę mrówkojada cechuje przedewszystkiem niepomierne powiększenie — d o ł u z a g r z e b i e n i o w e g o *(fossa postspinata)*, które to powiększenie jest niewątpliwie objawem wtórnym, przystosowawczym, będącym w ścisłym związku z własnościami grzebnemi kończyn przednich. Granicę między zasięgiem pierwotnym i wtórnym dołu zagrzebieniowego stanowi prawdopodohnie — g r z e b i e ń ł o p a t k o w y t y l n y *(spina scapulae post.)*.

przednie przystosowane do ruchów uderzeniowych i do wspinania się na pnie drzew, dół przedgrzebieniowy jest szeroki i głęboki, u bizona o kończynach podporowo-nośnych przewaga wielkościowa przechyla się wyraźnie na stronę dołu zagrzebieniowego (rys. 294).

Obydwa doły służą za miejsce przyczepu dla mięśni obracających kością ramienną a ponieważ rozległość powierzchni przyczepowej jest wykładnikiem stopnia rozwoju umięśnienia a przeto wielkość dołów

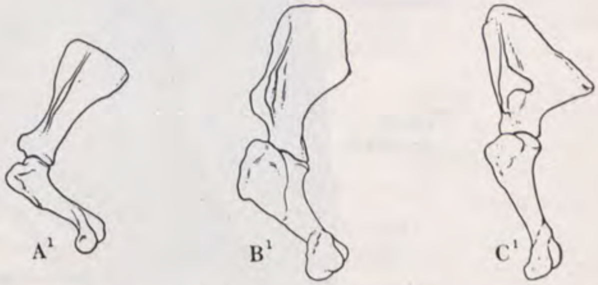


Rys. 296. Lewa łopatka c z ł o w i e k a, widziana od zewnątrz. Łopatce nadano położenie takie, jakie zajmowałaby ona w położeniu czworonożnem człowieka.

Zwrócić szczególną uwagę: na silny rozwój — w y r o s t k a b a r k o w e g o *(acromion)*, świadczącym za obecnością dobrze wykształconego obojczyka (ruchy chwytne!), na wielkość — w y r o s t k a k r u c z e g o *(proc. coracoideus)*, która to cecha stanowi cechę pierwotną i wreszcie na rozległość — d o ł u z a g r z e b i e n i o w e g o *(fossa postspinata)* i — k r a w ę d z i g ó r n e j *(margo sup.)!* Co się tyczy tej ostatniej, to jest ona nieomal prosta w przeciwstawieniu do stosunków zachodzących u innych ssaków (rys. 293, 294, 295), u których jest ona, mniej lub bardziej, łukowato wygięta.

może dać pewne wskazówki co do charakteru czynnościowego kończyn przednich.

Na lekko wklęsłej — powierzchni przyśrodkowej *(facies med. s. f. costalis)* łopatki (rys. 299), zwanej również — powierzchnią żebrową *(facies costalis)* należy rozróżnić dwa pola z których jedno widniejące tuż pod krawędzią górną, nosi nazwę — powierzchni zębatej *(facies serrata)*, drugie zaś, położone poniżej i znacznie większe, nazwiemy — dołem podłopatkowym *(fossa subscapularis)* (rys. 299). Oddziela je zazębiona i esowato wygięta — linja strzępiasta *(linea fimbriata* R. P.). Powierzchnia zębata jest naprzedzie szersza, aniżeli wtyle, gdzie schodzi niekiedy do szerokości rąbka, a pozatem wykazuje drobne nierówności, nadające jej własności powierzchni szorstkiej. Znacznie obszerniejszy dół podłopatkowy przedstawia szereg podłużnych listewek — linje mięśniowe *(lineae musculares)*, na których przymocowywują się pasemka powięziowe mięśnia podłopatkowego (rys. 299).

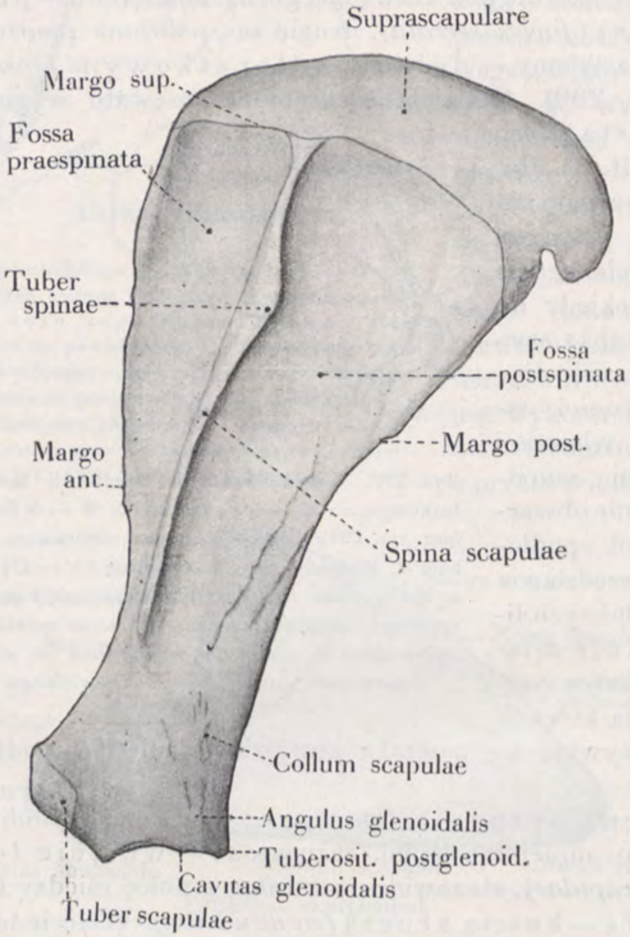


Rys. 297. Kątowe załamanie składników kostnych w stawie barkowym u: A' — ✝ *Equus scotti*; B' — ✝ *Brontops robustus* (por. rys. 291); C' — ✝ *Mastodon americanus* (wg. H. F. Osborn'a). Widzimy tutaj że w miarę (A' — C') zmniejszania się szybkości chodu kąt, zawarty między osią łopatki i osią kości ramiennej, ulega zwiększeniu. W taki to sposób wyprostowanie *stylopodium* w stosunku do *zonopodium* jest jednocześnie przystosowaniem do podtrzymywania wielkiego ciężaru ciała.

Krawędź przednia *(margo ant.)* posiada w pobliżu kąta panewkowego, mniej lub lepiej, zaznaczone — wcięcie łopatkowe *(incisura scapulae)*, stanowiące naturalną granicę między łopatką i zespoloną z nią — kością kruczą *(coracoideum)*. Wcięcie to jest płytkie i szerokie u ssaków udomowionych, natomiast u człowieka przybiera postać ostro zarysowanego, głębokiego ubytku. U niektórych ssaków *(Xenarthra, Cebidae, Myrmecophagidae)* wcięcie zostaje zastąpione przez — otwór kruczołopatkowy *(for. coracoscapulare)*, występujący niekiedy jako odmiana i u człowieka (rys. 296).

Krawędź górna *(margo sup.)* posiada kształt łuku wypukłością skierowanego ku górze (rys. 293). Jest rzeczą zrozumiałą, że od długości tej krawędzi zależy szerokość całej łopatki i tak u — wąskoło-

p a t k o w y c h ssaków (rys. 298) jest ona najkrótszą zpośród krawędzi, natomiast u — s z e r o k o ł o p a t k o w y c h *Hominidae* i *Myrmecophagidae* (rys. 295) długość krawędzi górnej naskutek powiększenia dołu zagrzebieniowego zdecydowanie przewyższa krawędzie pozostałe. Kończy się ona brzegiem kostnym (u *Hominidae*, u *Primates)*, lub też prze-

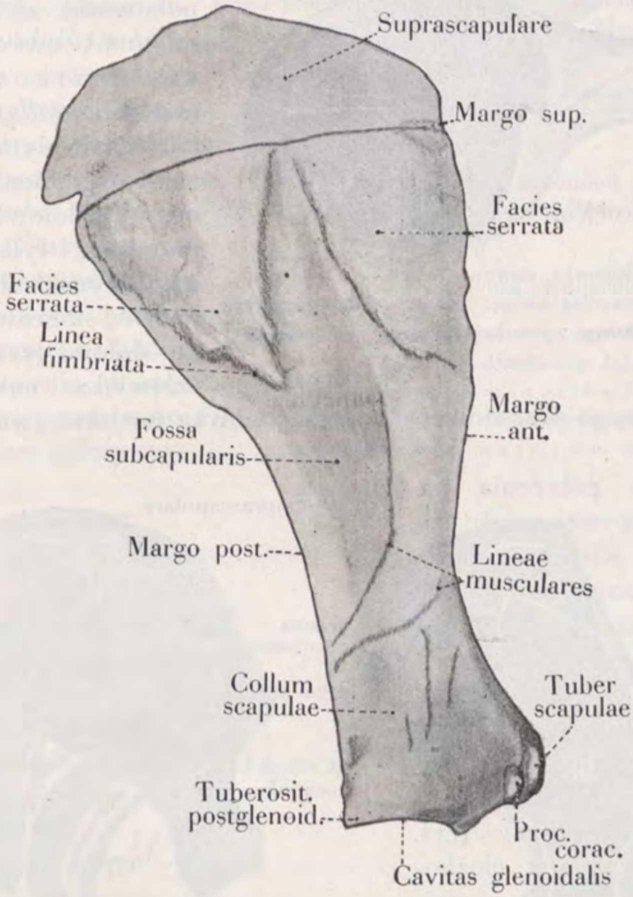


Rys. 298. Powierzchnia zewnętrza łopatki — k o n i a.

chodzi w t. zw. — c h r z ą s t k ę ł o p a t k o w ą *(suprascapulare s. cartilago scapulae)*, mającą u Koniowatych (rys. 298), Przeżuwaczy (rys. 294) i u Świniowatych (rys. 301) kształt szerokiej, półksiężycowatej płytki, a u Mięsożernych wąskiego pasemka (rys. 293). Koniec tylny chrząstki wygina się zwykle nieco ku tyłowi tworząc tępy — w y r o s t e k h a c z y k o w a t y *(proc. hamatus)*. Zasługuje na uwagę, że

chrząstka łopatkowa w przypadkach, gdy jest dobrze wyrażona, sięga nieomal do grzebienia kolczystego *(spina spinosa)* kręgosłupa.

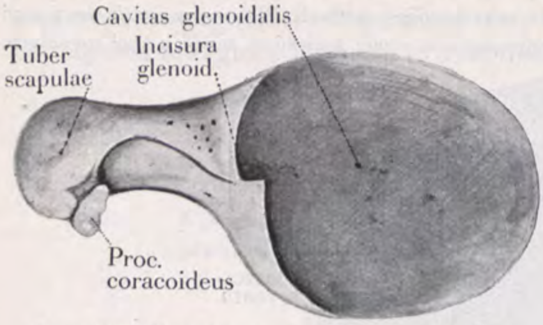
Znaczenie morfologiczne chrząstki łopatkowej nie jest dotychczas wystarczająco wyjaśnione. Może nie jest bez wartości spostrzeżenie uskutecznione przez F. P. Stegmann'a że u koni trenowanych do szybkich biegów owa chrząstka jest silniej rozwinięta aniżeli u koni roboczych.



Rys. 299. Powierzchnia wewnętrzna łopatki — konia.
Zwrócić szczególną uwagę na drobne wymiary — wyrostka kruczego *(proc. coracoideus)*, umieszczonego tuż u nasady — guza łopatkowego *(tuber scapulae)* (por. z rys. 296!).

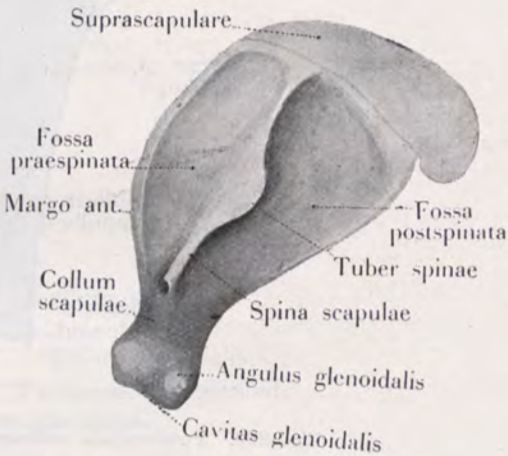
Krawędź tylna *(margo post.)* wykazuje szereg drobnych wyniosłości, spowodowanych przyczepem mięśnia trójgłowego ramienia. U niektórych ssaków grzebiących *(Marsupialia, Myrmecophagidae)*, wyposażonych w silny mięsień trójgłowy, krawędź tylna wznosi się pod postacią — grzebienia łopatkowego tylnego *(spina scapulae post.)*, o którym była wzmianka powyżej (rys. 295).

K ą t p a n e w k o w y *(angulus glenoidalis)* stanowi część najgrubszą łopatki, umieszczoną poniżej przewężenia zwanego — s z y j k ą *(collum scapulae)* (rys. 302). Cechą najbardziej charakterystyczną kąta jest obecność powierzchni stawowej, przeznaczonej do połączenia z kością ramienną t. zw. — p a n e w k i ł o p a t k o w e j *(cavitas glenoidalis)*. Panewka ma kształt płytkiego, owalnego wgłębienia, zwróconego ku dołowi i nieco ku przodowi i tylko u ssaków o kończynach słupowatych jest ona skierowana wprost ku dołowi (rys. 300). U człowieka naskutek dokręgosłupowego przesunięcia łopatek panewka jest skierowana bocznie (rys. 304).



Rys. 300. Panewka stawowa łopatki — k o n i a. Zasługują na szczególną uwagę: kształt owalny panewki oraz stan szczątkowy wyrostka kruczego *(proc. coracoideus)*.

Kierunek położenia panewki łopatkowej wiąże się, oczywiście, ściśle ze sposobem ustawienia całej łopatki to zaś wyraża się kątem nachylenia — osi łopatkowej[1]). Jest rzeczą już oddawna stwierdzoną, że owa oś jest najbardziej pochylona u ssaków skaczących (rys. 276) i u szybkich biegaczy (rys. 297b'), natomiast u ciężkochodów (rys. 297c') oś zajmuje położenie nieomal pionowe!



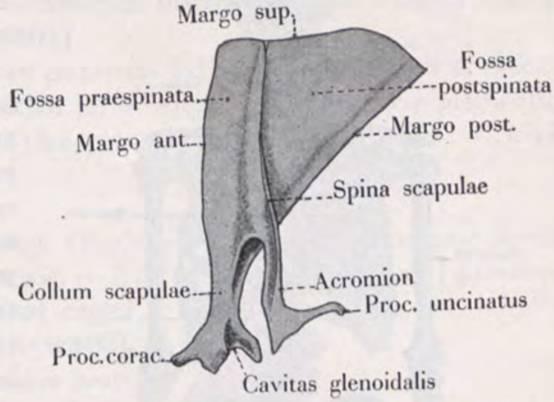
Rys. 301. Lewa łopatka — ś w i n i d o m., widziana od zewnątrz.
Tym razem daje się stwierdzić pewna równowaga wielkościowa między obszarem — d o ł u p r z e d g r z e b i e n i o w e g o *(fossa praespinata)* i — d o ł u z a g r z e b i e n i o w e g o *(fossa postspinata)*.

W tyle od panewki widnieje drobna chropowata wyniosłość — g u z o w a t o ś ć z a p a n e w k o w a *(tuberosi-*

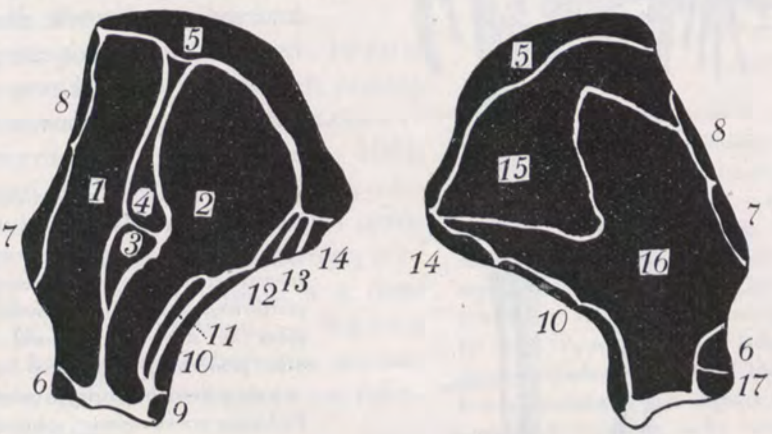
---

[1]) Pod nazwą — o s i ł o p a t k o w e j należy rozumieć prostą przeprowadzoną przez środek panewki i wzdłuż grzebienia łopatkowego.

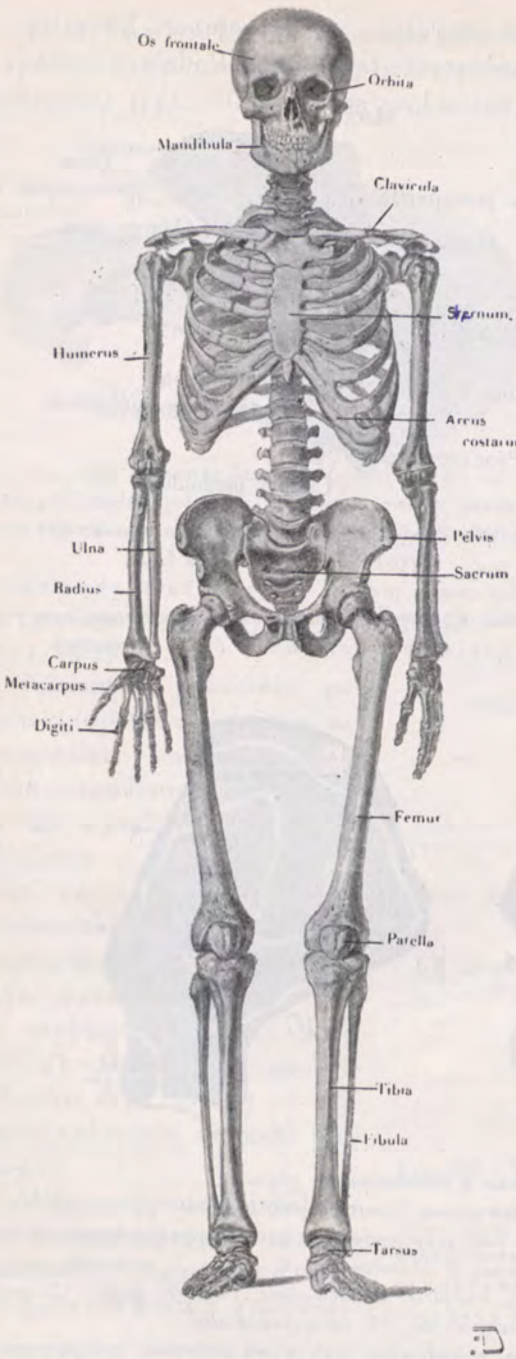
tas postglenoidalis) dosyć dobrze wyrażona u Naczelnych, Mięsożernych a zwłaszcza u ssaków grzebiących (rys. 302). Podobna wyniosłość widnieje również i przed panewką jest to — guzowatość przedpanewkowa *(tuberositas praeglenoidalis)*, a która u ssaków czworonożnych (u Kopytnych!) przybiera postać wyniosłego, tępego — guza łopatkowego *(tuber scapulae)* (rys. 298). Służy on za miejsce przyczepu dla mięśnia dwugłowego ramienia, zapewniającego łopatce stałe położenie w stosunku do kości ramiennej (rys. 303). Tem należy wy-



Rys. 302. Powierzchnia zewnętrzna łopatki — królika *(Oryctolagus cuniculus* L.).
Zwraca uwagę przerost — wyrostka barkowego *(acromion)*, wysyłającego wtył charakterystyczny — wyrostek haczykowaty *(proc. uncinatus)*.



Rys. 303. Łopatka ✝ *Brontotherium gigas*.
Rysunek lewy przedstawia powierzchnię zewnątrzną łopatki, rysunek prawy jej powierzchnię wewnątrzną. Czarnemi plamami oznaczono pola przyczepowe mięśni: 1. *m. praespinatus;* 2, 11. *m. postspinatus;* 3. *deltoideus*; 4. *trapezius;* 5. *rhomboideus;* 6. *biceps;* 7. *pectoralis prof.;* 8. *levator scapulae;* 9, 10, 13. *caput long. tricipitis;* 12. *deltodeus;* 14. *teres major;* 15. *serratus ventr.;* 16. *subscapularis;* 17. *coracobrachialis.*
Jak widać obydwie powierzchnie łopatki są, w dosłownem tego słowa znaczeniu, wytapetowane przez liczne mięśnie zespołu barkowego, które wywierają wielki wpływ modelujący na upostaciowanie tej kości.



Rys. 304. Kościec — c z ł o w i e k a, widziany od przodu. Kończyna górna typu chwytnego jest zawsze wyposażona w obojczyk, opierający się na dobrze rozwiniętej rękojeści mostka. Naskutek pjonizacji ciała stwierdzamy: brzusznogrzbietowe spłaszczenie klatki piersiowej, powodujące przesunięcie łopatek ku stronie grzbietowej tułowia oraz przerost i wywinięcie się nazewnątrz kości biodrowych miednicy.
Podramię prawe zajmuje położenie s u p i n a c y j n e (palec I jest zwrócony wbok!) a podramię lewe jest przedstawione w położeniu k s o b n e m (spoczynkowem p. str. 451).
Zwrócić ponadto uwagę na stosunek długościowy *stylopodium* górnego *(humerus)* do *stylopodium* dolnego *(femur)*.
Ze zbiorów Zakładu Anatomji Prawidłowej Zw. Dom. Wydz. Wet. U. W.

tłumaczyć rozrost guza w typie nośnym kończyny przedniej i jego stan szczątkowy w typie chwytnym kończyny człowieka (rys. 296).

W bezpośredniem sąsiedztwie guza lub też na nim samym znajdujemy niewielką wyniosłość, stanowiącą pozostałość po ongiś silnie rozwiniętej — k o ś c i k r u c z e j *(coracoideum)*, wyniosłość zwaną — w y r o s t k i e m k r u c z y m *(proc coracoideus)*. Zarówno pod względem swej wielkości jak i wyglądu przedstawia się on u poszczególnych ssaków bardzo różnorodnie. A więc, jeżeli np. u człowieka wyrostek kruczy ma kształt długiego haczyka zawieszonego ponad panewką łopatkową (rys. 296), a u Przeżuwaczy, u

Koniowatych i u Mięsożernych tworzy drobny, trudno dostrzegalny, guzek położony na powierzchni dośrodkowej guza łopatkowego (rys. 300), u Świniowatych i u niektórych innych ssaków wszelki ślad po kości kruczej zaginął (rys. 301).

Z powyższego widzimy, że pozornie jednolita łopatka jest w rzeczywistości kością złożoną, w skład jej bowiem wchodzą dwie pierwotnie niezależne kości — łopatka jako taka i szczątkowa — kość krucza.

b. Obojczyk *(clavicula)*. Obojczyk rozwija się jako kość pochodzenia skórnego dookoła t. zw. — kości przedkruczej *(procoracoideum)* i wchodzi w skład części brzusznej obręczy barkowej (rys. 305). Należy zauważyć, że znaczenie morfologiczne zarówno kości przedkruczej jak i samego obojczyka nie jest dotychczas zadawalająco wyjaśnione. Obojczyk należy zaliczyć do kości długich, a przeto można w nim rozróżnić: część pośrodkową albo — trzon oraz dwa — końce.

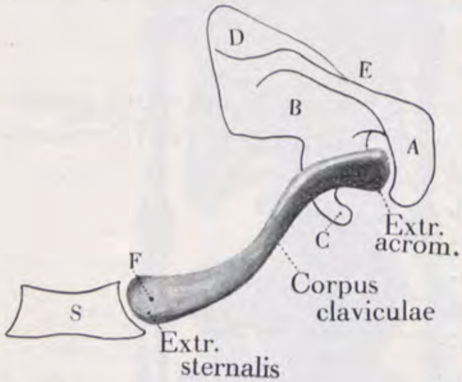


Rys. 305. Obręcz barkowa — dziobaka *(Ornithorhynchus)*, widziana zboku. A — *scapula*, B — *coracoideum*, C — *clavicula*, D — *episternum*, E — *epicoracoideum*, F — *cavitas glenoidalis*, G — *sternum*. Jeszcze u Stekowców budowa obręczy barkowej jest niezwykle zawiła, przypominająca stosunki cechujace gady (por. rys. 270). Zpośród licznych jednostek kostnych wchodzących w skład obręczy barkowej dziobaka jedynie łopatka a niekiedy i obojczyk wykazują cechy zachowawsze, wszystkie pozostałe zaś jednostki ulegają doszczętnemu uwstecznieniu.

Część pośrodkowa albo — trzon *(corpus claviculae)* ma kształt prostej lub esowato wygiętej, wałeczkowatej, wydłużonej pałeczki (rys. 306), łączącej się z jednej strony — końcem barkowym *(extremitas acromialis)* z powierzchnią stawową wyrostka barkowego łopatki a z drugiej za pośrednictwem — końca mostkowego *(extremitas sternalis)* z wcięciem obojczykowem rękojeści mostka.

W pobliżu końca barkowego widnieje na powierzchni dolnej obojczyka rozległa — guzowatość krucza *(tuberositas coracoidea)* wywołana przyczepem więzadeł, ciągnących się do wyrostka kruczego łopatki. Obydwa połączenia obojczyka mają charakter stawów jamowych, umożliwiających znaczną ruchomość całej obręczy barkowej dookoła ośrodka, którym jest punkt umieszczony w jego końcu mostkowym (rys. 306).

Obojczyk występuje jedynie u ssaków o kończynach przednich chwytnych *(Hominidae, Primates)*, lotnych *(Chiroptera)* lub grzebnych *(Marsupialia, Insectivora, Xenarthra, Rodentia)* natomiast u ssaków o kończynach typu nośnego *(Ungulata, Carnivora, Pholidota* i t. d.) i typu pławnego *(Pinnipedia, Sirenia, Cetacea)* ulega on daleko idącemu uwstecznieniu, przybierając postać łącznotkankowej — smugi obojczykowej *(taenia clavicularis* R. P.) ukrytej w łonie mięśnia ramiennogłowowego lub też drobnej, niekształtnej kostki, co stwierdzamy np. u Mięsożernych.



Rys. 306. Lewy obojczyk oraz jego stosunki do mostka (S) i do łopatki u człowieka. Obraz jest widziany od góry. A — wyr. barkowy; E — grzebień łopatkowy; B — dół przedgrzebieniowy; C — wyr. kruczy; D — dół zagrzebieniowy; F — oś ruchów obojczykowych.

Jak już wspomniałem kilkakrotnie utrata obojczyka powoduje charakterystyczny niedorozwój wyrostka barkowego łopatki *(acromion)* i rękojeści mostka *(manubrium sterni)* i odwrotnie obecność obojczyka jest synonimem dobrego ukształtowania owych części kośćca (rys. 306).

Na podstawie powyższego możemy podzielić wszystkie ssaki na dwa odrębne zespoły: — ssaki obojczykowe albo — Obojczykowce *(clavicularia)* i — ssaki bezobojczykowe czyli — Bezobojczykowce *(aclavicularia)*.

Zasługuje na uwagę, że w silnie rozwiniętej obręczy barkowej — kreta *(Talpa)*, krótki ale bardzo gruby, obojczyk wchodzi w bezpośrednią, a więc z wyłączeniem łopatki, styczność z kością ramienną, wpływając na ustalenie jej podczas wykonywania ruchów grzebiących.

U — Rękoskrzydłych *(Chiroptera)* obojczyk nawiązuje łączność nietylko z mostkiem ale i z pierwszem żebrem skostniałem.

c. Kość krucza *(coracoideum)* stanowi niezależny składnik obręczy barkowej gadokształtnych. Posiada ona u nich kształt grubego słupka lub blaszki, łączącej łopatkę z mostkiem i w ten sposób przenoszącej ciśnienie wywierane przez kończynę przednią na obszar całej klatki piersiowej.

Temu pierwotnemu stanowi rzeczy przeciwstawia się układ stosunków u ssaków, u których kość krucza została wyparta z architektury statycznej obręczy, naskutek czego ulega daleko idącym zmianom wstecznym.

Uwstecznienie kości k r u c z e j i jej zrost z łopatką J. V e r s l u y s przypisuje bytowaniu nadrzewnemu ssaków pierwotnych. Otóż według tego autora, kość krucza miała u kręgowców o przemieszczalności czołgowej ważne zadanie przytrzymywania obręczy barkowych w pewnem stałem położeniu, wbrew rozchylającemu działaniu na nią ciśnienia wagi ciała. Wzniesienie się tułowia ponad poziom podłoża i oparcie się jego na spjonizowanych kończynach, uczyniło zbędną dalszą obecność kości kruczej. Więcej, podczas bytowania nadrzewnego, kiedy kończyny siłą rzeczy powinny być doprowadzone możliwie blisko do płaszczyzny pośrodkowej, kość krucza, jako kość przeciwstawiająca się owym dążnościom przystosowawczym kończyn, poczęła zwolna zanikać i wreszcie zrósłszy się z łopatką przybrała postać nikłego — w y r o s t k a k r u c z e g o *(proc. coracoideus)* (rys. 296).

Zpośród ssaków jedynie tylko Stekowce posiadają jeszcze dobrze zachowaną i łączącą się z mostkiem kości kruczą (rys. 305).

S t a w m o s t k o w o o b o j c z y k o w y *(art. sternoclavicularis)*, podobnie jak i staw następny, występuje oczywiście jedynie u ssaków o kończynach przednich chwytnych i służy do powiązania przymostkowego końca obojczyka z wcięciem obojczykowem mostka (rys. 306). Powierzchnie stykających się kości pokrywa cienka warstwa chrząstki stawowej, a luźna torebka otacza ze wszech stron pojemną jamę stawową. Światło jamy dzieli — c h r z ą s t k a ś r ó d s t a w o w a *(discus articularis)* na dwie komory — k o m o r ę p r z y ś r o d k o w ą i — k o m o r ę b o c z n ą. Wspomniana chrząstka podobnie jak i występujące niekiedy w pobliżu krawędzi przedniej mostka u Naczelnych i u człowieka t. zw. — k o s t k i n a d m o s t k o w e *(ossicula suprasternalia)* stanowią pozostałość uwstecznionej u ssaków jednostki kostnej, zwanej — n a d m o ś c i e m *(episternum)* (rys. 305d).

Ścianę torebki wzmacniają trzy więzadła: — w i ę z a d ł o m o s t k o w o o b o j c z y k o w e *(lig. sternoclaviculare)*, ciągnące się od mostka do obojczyka; — w i ę z. m i ę d z y o b o j c z y k o w e *(lig. interclaviculare)*, łączące końce obu obojczyków i wreszcie — w i ę z. ż e b r o w o o b o j c z y k o w e *(lig. costoclaviculare)*, przytwierdzające przymostkowy koniec obojczyka do żebra pierwszego.

Zagadnienie mechaniki tego stawu streszcza się w umożliwieniu ruchów całą kończyną przednią w dwóch wzajemnie do siebie prostopadłych płaszczyznach, a więc ruchów odgrywających niezmiernie ważną rolę przy czynnościach związanych z obejmowaniem naprzykład gałęzi drzew. Ruch wykonywany w stawie mostkowoobojczykowym daje się wyobrazić pod postacią stożka przestrzennego opisanego

kością ramienną, a którego wierzchołek znajduje się w końcu przymostkowym obojczyka (rys. 306). Jest rzeczą samą przez się zrozumiałą, że ruchom obojczyka towarzyszą zawsze ruchy łopatki.

S t a w b a r k o w o o b o j c z y k o w y *(art. acromioclavicularis)* łączy koniec łopatkowy obojczyka z powierzchnią stawową wyrostka barkowego łopatki. Mocno napiętą torebkę stawową wzmacniają: — w i ę z. b a r k o w o o b o j c z y k o w e *(lig. acromioclaviculare)* oraz dwa mocne pasma więzadłowe, biegnące od wyrostka kruczego do obojczyka: — w i ę z. s t o ż k o w a t e *(lig. conoides)* i — w i ę z. c z w o r o b o c z n e *(lig. trapezoides)*, służące do utrzymania obojczyka w, do pewnego stopnia, stałem położeniu w stosunku do łopatki. Jamę stawu dzieli często na dwie komory cienka — c h r z ą s t k a ś r ó d s t a w o w a *(discus articularis)*, znaczenie której nie jest dotychczas wyjaśnione.

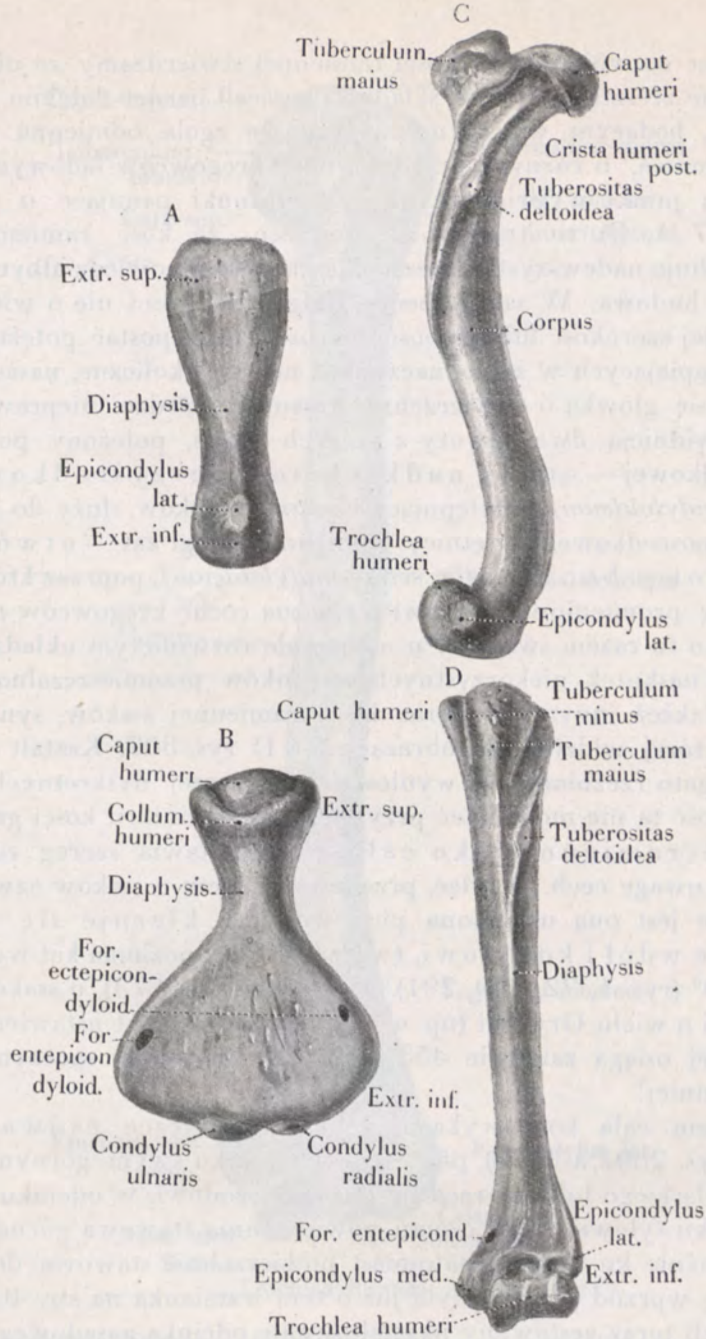
Charakter torebki stawowej (silnie naciągnięta!), oraz kształt powierzchni stawowych (płaskie!) wskazują, iż mamy tutaj do czynienia ze stawem o stopniu ruchomości bardzo ograniczonym i sprowadzającym się li tylko do nieznacznych przesunięć przystosowawczych do ruchów wykonywanych w stawie mostkowoobojczykowym.

Znaczenie mechaniczne obojczyka i jego obu stawów stanie się zrozumialsze jeżeli porównamy go do sztywnej belki, albo może lepiej do promienia, opierającego się swym końcem mostkowym o wcięcie obojczykowe mostka (rys. 306), a podczas ruchów opisującego swym końcem barkowym podstawę stożka. W tego rodzaju ujęciu wierzchołek stożka odpowiada wcięciu obojczykowemu mostka, płaszczyznę stożka tworzy poruszający się obojczyk wraz z kością ramienną i wreszcie na obszarze podstawy są wykonywane ruchy łopatką i końcem dolnym kości ramiennej.

Sądzę, że nie wymaga uzasadnienia fakt, iż w przypadkach uwstecznienia obojczyka (u B e z o b o j c z y k o w c ó w), owe stawy nie występują.

STYLOPODIUM ANTERIUS.

K o ś ć r a m i e n n a *(humerus)* należy do rzędu kości długich (rys. 307). Zasadniczo prostą jej budowę wikła większa ilość wzniesień, przeznaczonych dla przyczepów mięśniowych, a których wielkość, oczywiście, jest w stosunku prostym do stopnia wykształcenia odnośnych mięśni. I tym razem więc, każda wyniosłość kostna nie jest niczem innem jak przejawem układu sił, jaki panuje w danym odcinku kości.



Rys. 307. Budowa teoretyczna kości ramiennej u g a d ó w (A, AB) i u s s a k ó w (C, D). Kości A i C są przedstawione zboku a kości B i D od przodu.

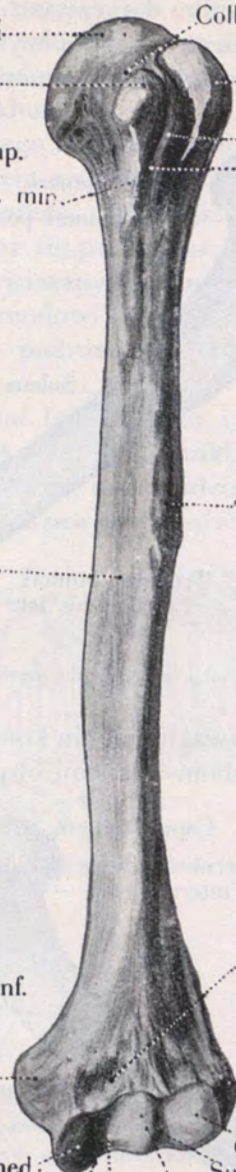
Poza licznemi znamionami różniczkowemi na szczególną uwagę zasługują cechy następujące: znaczne wydłużenie i zcienienie kości u ssaków, zespolenie obydwóch kłykci ramiennopodramiennych *(condylus ulnaris, condylus radialis)* w jeden bloczek *(trochlea humeri)*, zanik otworu nadkłykciowego bocznego *(for. ectepicondyloideum)*.

Śledząc rozwój rodowy kości ramiennej stwierdzamy, że uległa ona (podobnie zresztą jak i inne składniki kośćca!) bardzo dalekim przeistoczeniom, będącym w ścisłym związku, ze zgoła odmienną techniką przenosinową, u różnych przedstawicieli kręgowców lądowych. I tak, jeżeli za punkt wyjścia przyjmiemy stosunki panujące u g a d ó w (rys. 307 A, B) to trudno nie dostrzec, że kość ramienną tych istot cechuje nadewszystko niezwykle masywna, powiedziałbym zgruba ciosana, budowa. W samej rzeczy, długość tej kości nie o wiele przewyższa jej szerokość lub grubość, wyrostki mają postać potężnych guzów zatapiających w sobie naczynia i nerwy okoliczne, nasada górna kończy się główką o powierzchni stawowej bardzo nieprawidłowej, wdole widnieją dwa otwory z których jeden, położony po stronie przyśrodkowej — o t w ó r n a d k ł y k c i o w y p r z y ś r o d k o w y *(for. entepicondyloideum)*, występujący często i u ssaków, służy do przejścia nerwu pośrodkowego i tętnicy ramiennej, drugi zaś — o t w ó r n a d k ł y k c i o w y b o c z n y *(for. ectepicondyloideum)*, poprzez który ciągnie nerw promieniowy, stanowi wyłączną cechę kręgowców niższych. Wszystko to razem świadczy o niebywale rozwiniętym układzie mięśniowym naskutek niekorzystnych warunków przemieszczalności czołgowej. Jakżeż innym jest obraz kości ramiennej ssaków, syntetyczną postać której widzimy w obrazach C i D rys. 307. Kształt wysmukły i bogato rzeźbiony, o wyniosłościach raczej dyskretnych. Czuje się iż kość ta nie może mieć przytłaczającego ciężaru kości gadów...

K o ś ć r a m i e n n a j a k o c a ł o ś ć przedstawia szereg zasługujących na uwagę cech. A więc, przedewszystkiem u ssaków czworonożnych nie jest ona ustawiona pionowo, lecz k i e r u j e s i ę z a w s z e u k o ś n i e w d ó ł i k u t y ł o w i, tworząc wraz z poziomą kąt wynoszący około 60^0 (rys. 1, 22, 290, 291). U *Felidae* (rys. 273), u ssaków grzebiących i u wielu Gryzoni (np. u królika rys. 276) kąt ustawienia kości ramiennej osiąga zaledwie 45^0, a niekiedy (w stanie spoczynkowym) jeszcze mniej!

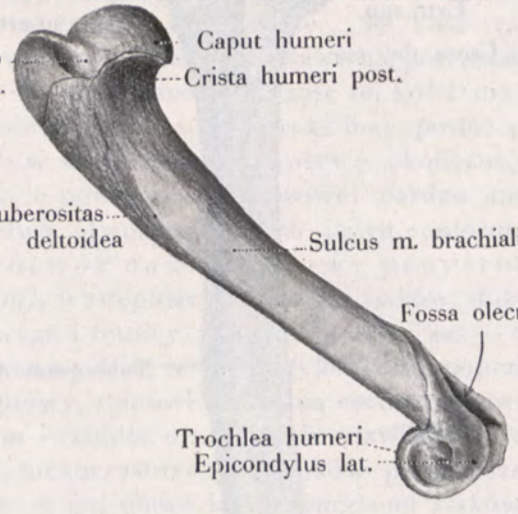
Pozatem cała kość wykazuje charakterystyczne e s o w a t e w y g i ę c i e (rys. 289e, a 307c), przyczem w odcinku swym górnym wypukłością płaskiego łuku zwraca się ona ku przodowi, w odcinku zaś dolnym — ku tyłowi, dzięki czemu powierzchnia stawowa górna kieruje się wyraźnie ku tyłowi, natomiast powierzchnia stawowa dolna wysuwa się wprzód (R. P.). Była już o tem wzmianka na str. 408.

A jeżeli teraz zestawimy ukształtowanie odcinka nasadowego przedniego z odcinkiem nasadowym tylnym, mam na myśli porównanie wygięć kości ramiennej z podobnemi wygięciami kości udowej kończyny tylnej, to spostrzegamy z łatwością (rys. 289), iż kierunek owych wy-



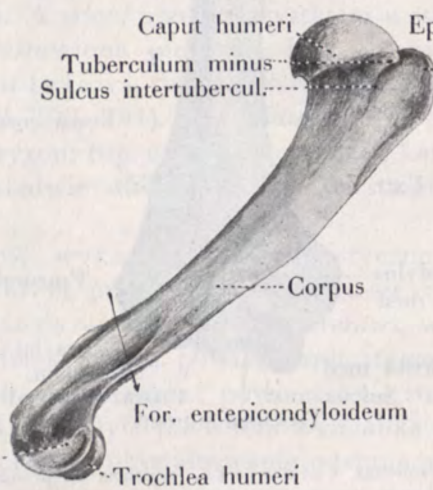
Rys. 308. Lewa kość ramienna c z ł o w i e k a, widziana od przodu. Jak widać przypomina ona typ teoretyczny, przedstawiony na rys. 307 D., wykazuje więc wiele cech pierwotnych. Z innych cech należy zwrócić szczególną uwagę: na znaczne wydłużenie całej kości (por. z rys. 318), na kierunek powierzchni stawowej główki i wreszcie na budowę — g r z e b i e n i a b o c z n e g o b l o c z k a *(crista lat. trochleae)*, przyjmującego postać kulistą *(eminentia capitata)*.

gięć jest wręcz odwrotny w obu kończynach kość udowa bowiem swą powierzchnię stawową górną wychyla wyraźnie dośrodkowo, powierzchnię zaś dolną kieruje niemniej zdecydowanie ku tyłowi (R. P., 1934).



Rys. 309. Lewa kość ramienna k o t a w położeniu prawidłowem, widziana zboku.

Z powyższego wynika (po uwzględnieniu kończynowej konstrukcji — X), że odległość między nasadami górnemi obydwu odcinków nasado-

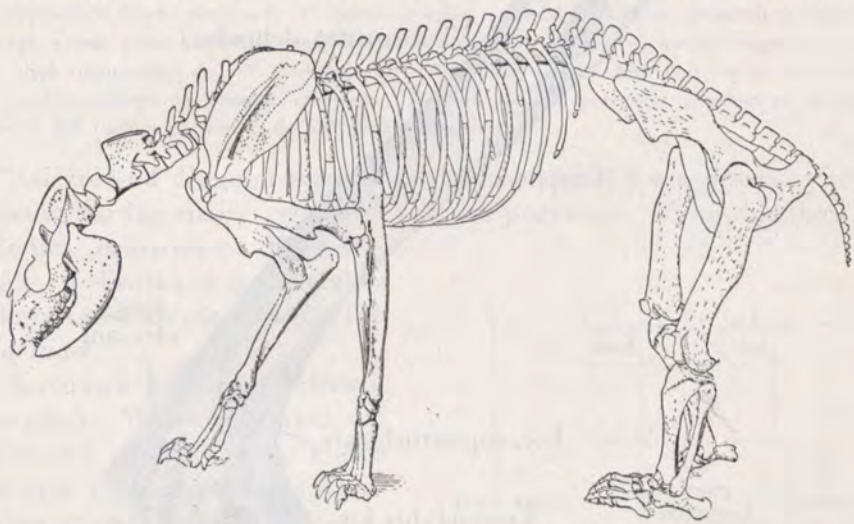


Rys. 310. Lewa kość ramienna k o t a, widziana od strony przyśrodkowej, w położeniu prawidłowem. Zwrócić uwagę na obecność — o t w o r u n a d k ł y k c i o w e g o p r z y ś r o d k o w e g o *(for. entepicondyloideum)*.

wych zawsze znacznie przewyższa odległość, oddzielającą ich nasady dolne i że podczas, gdy odcinki górne kości ramiennej i kości udowej zwracają się do siebie łukami wklęsłemi, odcinki ich dolne wyginają się ku sobie łukami wypukłemi.

Pochodzenie esowatego ukształtowania kości ramiennej tłumaczy się, względnie łatwo, parciem sąsiadujących odcinków kończyny przedniej. W samej rzeczy, wystarczy rzucić okiem na kościec jakiegokolwiek ssaka czworonożnego by się przekonać, że podczas gdy na nasadę górną kości ramiennej wywierany być musi stale przez łopatkę ucisk kierujący się wdół i ku przodowi (wzdłuż osi łopatki), nasada dolna poddawana jest ze strony podramienia ciśnieniu zwróconemu ku górze i nieco ku tyłowi.

Nie mogło to pozostać bez wpływu i na budowę całej kości! Istotnie, nietrudno się przekonać, iż stosunki panujące w jej odcinku górnym są krańcowo odmienne, niż w odcinku dolnym: w części górnej wymiar strzałkowy kości zawsze cokolwiek przewyższa jej wymiar po-

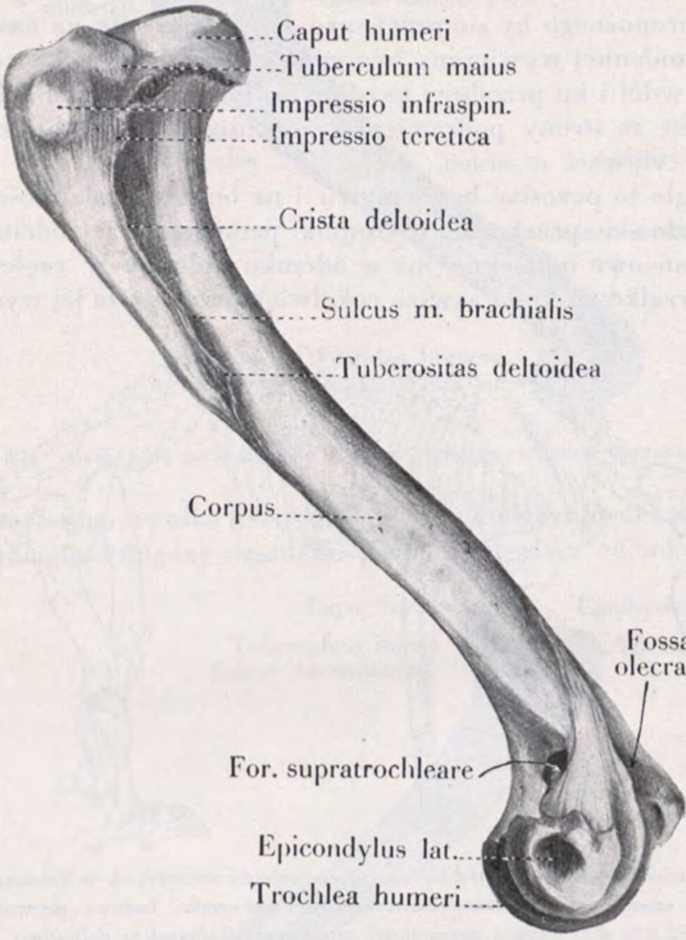


Rys. 311. Kościec — ✝*Homalodontotherium*, przedstawiciela mjoceńskich ✝*Notoungulata* (wg. Scott'a). Płd. amerykańskie ✝*Homalodontotheriidae* cechowało: budowa pierwotna łopatki (por. z rys. 292 A!), silny rozwój guzowatości naramiennej *(tuberositas deltoidea)*, zachowanie obu składników podramienia, postawa palcochodna kończyn przednich (wzór palcowy: $\left(\frac{1+II+III+IV+V}{2+III+IV+V}\right)$, ostatnie człony palców zaopatrzone w — szczeliny pazurowe *(fissurae unguiculares)* świadczące o silnym rozwoju narządów pazurowych, które, podobnie jak u Kotowatych, mogły być chowane. W kończynie tylnej zwraca uwagę: budowa miednicy (guz kulszowy!), położenie kości udowej, zachowanie obu kości goleni i wreszcie silne skrócenie kości śródstopia *(metatarsus)*.

✝ *Notoungulata* wymierają bezpotomnie w okresie lodowcowym (p. tom I, str. 54).

przeczny, a więc kość jest spłaszczona zboków, natomiast w części dolnej wymiar strzałkowy jest mniejszy od wymiaru poprzecznego, co wskazuje, że kość jest spłaszczona w kierunku od przodu ku tyłowi (R. P.).

Wyrazem tego stanu rzeczy jest charakterystyczny grzebień przebiegający wzdłuż powierzchni tylnej kości, a który nazywamy — grze-



Rys. 312. Lewa kość ramienna p s a, widziana zboku. I tym razem podobnie jak u kota kość posiada pokrój raczej pierwotny.

b i e n i e m t y l n y m k. r a m i e n n e j *(crista humeri post.* R. P.) (rys. 309). Grzebień ten, służący do zwiększenia wytrzymałości trzonu kości na zginanie, rozpoczyna się tuż pod główką poczem ciągnie się prosto wdół, by w pobliżu końca dolnego kości podzielić się na dwa sy-

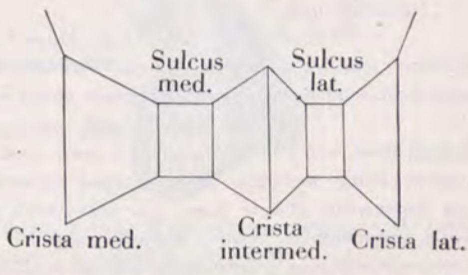
metryczne — r a m i o n a   g r z e b i e n i a *(crura cristae* R. P.) kończące się na kłykciach.

U człowieka (rys. 308) obdarzonego kończyną chwytną, a więc nie obarczoną ciężarem ciała, kość ramienna jest bardzo wydłużona, smukła i nieomal zupełnie prosta; pozatem nie wykazuje ona grzebienia tylnego, a na przekroju jest w przybliżeniu okrągła.

Jak w każdej kości długiej, a więc i w kości ramiennej rozróżniamy część pośrodkową czyli — t r z o n *(corpus humeri)* oraz dwa k o ń c e: — k o n i e c   g ó r n y *(extremitas sup.)* i — k o n i e c   d o l n y *(extremitas inf.)*.

W ostatnich czasach zwrócono dużą uwagę na wzajemne ustosunkowanie się obu nasad, które wyraża się t. zw. — k ą t e m   s k r ę c e n i a *(angulus torsionis)*. Pod określeniem tem rozumiemy kąt, jaki tworzy długa oś nasady dolnej z osią nasady górnej. Oczywiście, że kąt ten możemy mierzyć jedynie po uskutecznieniu rzutów pionowych osi obu nasad na płaszczyznę poziomą. Otóż, jak łatwo sprawdzić u ssaków czworonogich ów kąt wynosi przeciętnie 90°, co oznacza, że nasada górna jest wydłużona w kierunku strzałkowym, nasada zaś dolna wykazuje największy wymiar w płaszczyźnie poprzecznej. Tak się sprawa przedstawia, gdy łopatka jest położona na ścianie bocznej klatki piersiowej. U spjonizowanego człowieka, naskutek przesunięcia łopatki ku tyłowi, nasada górna kości ramiennej wykonała obrót dośrodkowy w wyniku czego kąt skręcenia uległ zmniejszeniu do 20°. Zasługuje na podkreślenie, iż ów skręt jesteśmy w stanie śledzić w obrębie rozwoju osobniczego człowieka, a to na całym przeciągu wartości przejściowych między 90° (faza początkowa) do 20° (faza ostateczna).

Zależnie od długości trzonu wygląd całej kości jest u poszczególnych ssaków bardzo różny: wystarczy tylko porównać wysmukłą kość ramienną człowieka, Mięsożernych, z krótką i przysadzistą takąże samą kością *Equidae* lub *Bovinae!*



Rys. 313. Schemat ukształtowania końca dolnego lewej k. ramiennej, widzianego od przodu.

K o n i e c   g ó r n y *(extremitas sup.)*. W wydłużonym, w kierunku strzałkowym, końcu górnym rozróżniamy dwie zasadnicze części: — c z ę ś ć   p r z e d n i ą albo — m i ę ś n i o w ą *(pars muscularis* R. P.), utworzoną przez guzki służące do przyczepu mięśni, oraz — c z ę ś ć   t y l n ą albo — s t a w o w ą *(pars articularis* R. P.), która stanowi t. zw. — g ł ó w k ę   k o ś c i   r a m i e n n e j *(caput humeri)* (rys. 322).

Część mięśniową oddziela od główki płytkie, koliste przewężenie kości, znacznie lepiej zarysowane wtyle, aniżeli naprzedzie, noszące nazwę — s z y j k i   k.   r a m i e n n e j *(collum humeri)* (rys. 308, 320).

Główka kości ramiennej *(caput humeri)* ssaków czworonogich, a zwłaszcza tych, które charakteryzują ruchy wahadłowe kończyn, ma kształt ściętego zboków odcinka kuli zakreślonej dużym promieniem, jest przeto nieco spłaszczona, a ponadto jest gładka i zwraca się wyraźnie ku tyłowi i nieco ku górze. U człowieka, dzięki swoistemu położeniu łopatki nasada górna została zmuszona do wykonania obrotu, powodującego skierowanie prawidłowo kulistej główki w kierunku dośrodkowym. Powierzchnia gładka główki stanowi — powierzchnię stawową *(facies articularis)*, przeznaczoną do połączenia kości ramiennej z panewką łopatki.

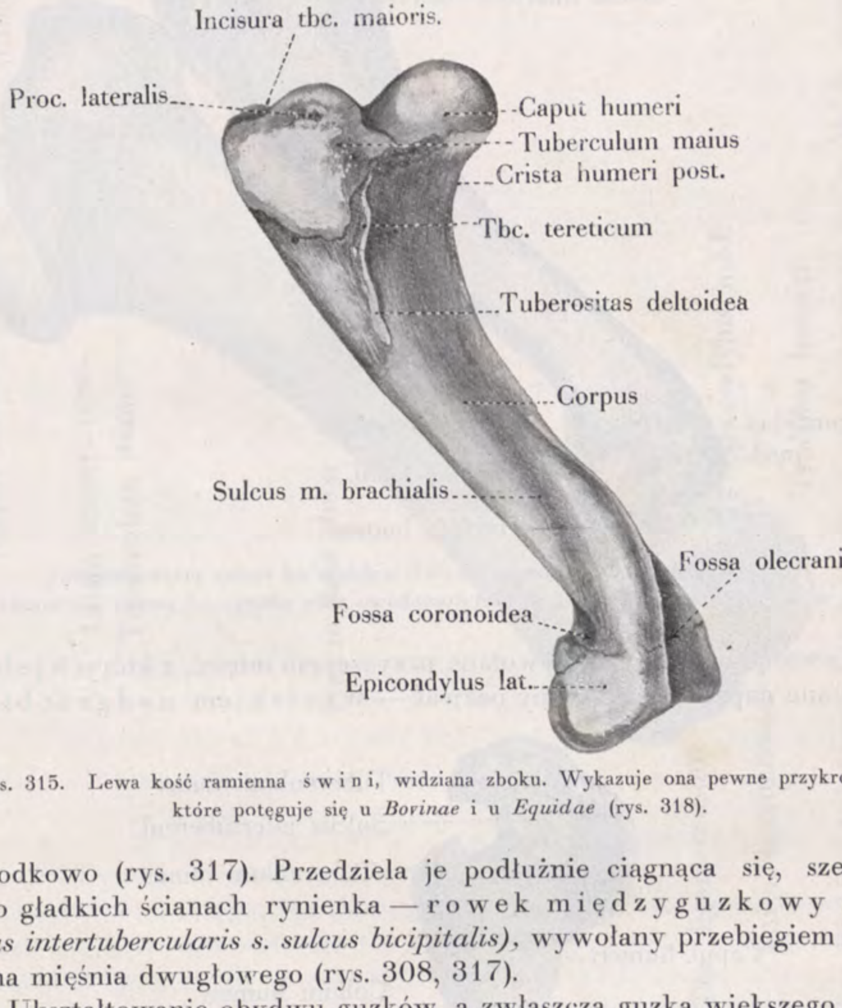


Rys. 314. Wilk *(Canis lupus* L.).
Zwrócić uwagę na charakterystyczne stawianie kończyn przednich (lekkie odwodzenie!); na położenie głowy i ogona (fot. dr. A. Rząśnickiego).
Innemi słowy — harmonja ruchowa czyli — styl ruchów wilka wykazuje pewne różnice ze stylem ruchowym psa domowego *(Canis fam.* L.), aczkolwiek pod względem ściśle anatomicznym różnice są niedostrzegalne. Podobne zróżnicowanie ruchowe przedstawiają również z jednej strony królik *(Oryctolagus cuniculus* L.) (ryje jamy) a z drugiej zając *(Lepus timidus* L.) który jam nie ryje.

Znaczenie bjomechaniczne rodzaju krzywizny powierzchni stawowej główki stanie się zrozumiałe, skoro sobie uświadomimy, że ze wszystkich możliwych postaci powierzchni stawowych, kształt kulisty jest tym, który umożliwia najbardziej urozmaiconą ruchomość, wszelkie zaś odchylenia w jakimkolwiek kierunku od tego idealnego kształtu świadczą o mniejszem lub większem ograniczeniu, powiedzmy, zwężeniu zakresu ruchów. Tak więc, już na podstawie czysto teoretycznych przesłanek możemy wywnioskować, iż główkę kości ramiennej kończyny chwytnej musi cechować powierzchnia kulista, główkę zaś kończyny nośnej, a więc tej która wykonywa li tylko ruchy w płaszczyźnie strzałkowej charakteryzuje spłaszczenie w kierunku poprzecznym! U gadów, u których główka jest położona na samym wierzchołku końca górnego (rys. 307 B) i wykazuje budowę bardzo nieprawidłową, ruchy w stawie barkowym

przypominają ruchy stawu łokciowego. W ten sposób, na podstawie dokładnej analizy nikłego, szczątka znalezionego ułamka nasady górnej paleontolog jest w stanie określić, z dużem przybliżeniem, jaką techniką przenosinową posługiwał się »nieznany właściciel« owego ułamka!

W skład — części mięśniowej (rys. 317) wchodzą zawsze dwa guzki, z których: jeden większy jest położony naprzedzie — guzek większy *(tuberculum maius)*, natomiast drugi — guzek mniejszy *(tuberculum minus)* jest przesunięty mniej lub bardziej do-



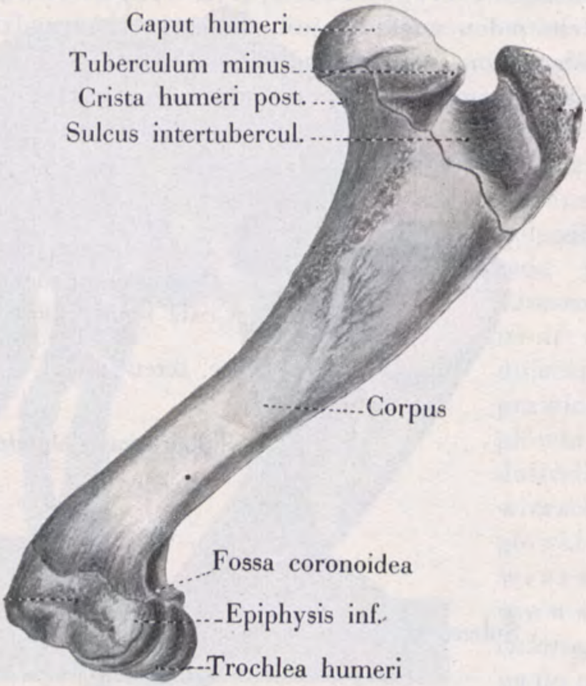
Rys. 315. Lewa kość ramienna świni, widziana zboku. Wykazuje ona pewne przykrócenie, które potęguje się u *Bovinae* i u *Equidae* (rys. 318).

środkowo (rys. 317). Przedziela je podłużnie ciągnąca się, szeroka i o gładkich ścianach rynienka — rowek międzyguzkowy *(sulcus intertubercularis s. sulcus bicipitalis)*, wywołany przebiegiem ścięgna mięśnia dwugłowego (rys. 308, 317).

Ukształtowanie obydwu guzków, a zwłaszcza guzka większego, różni się bardzo znacznie u różnych ssaków. Stąd duże ich znaczenie rozpoznawcze.

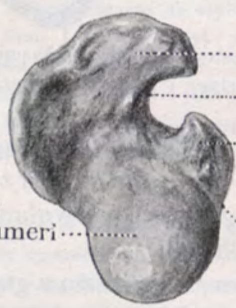
U człowieka (rys. 308) obadwa guzki mają kształt maczugowa-

tych wzniesień, wierzchołkami swemi nie osiągających poziomu główki, przyczem — guzek mniejszy leży naprzedzie, a — guzek większy jest zepchnięty wyraźnie wbok. Na guzku większym widnieją



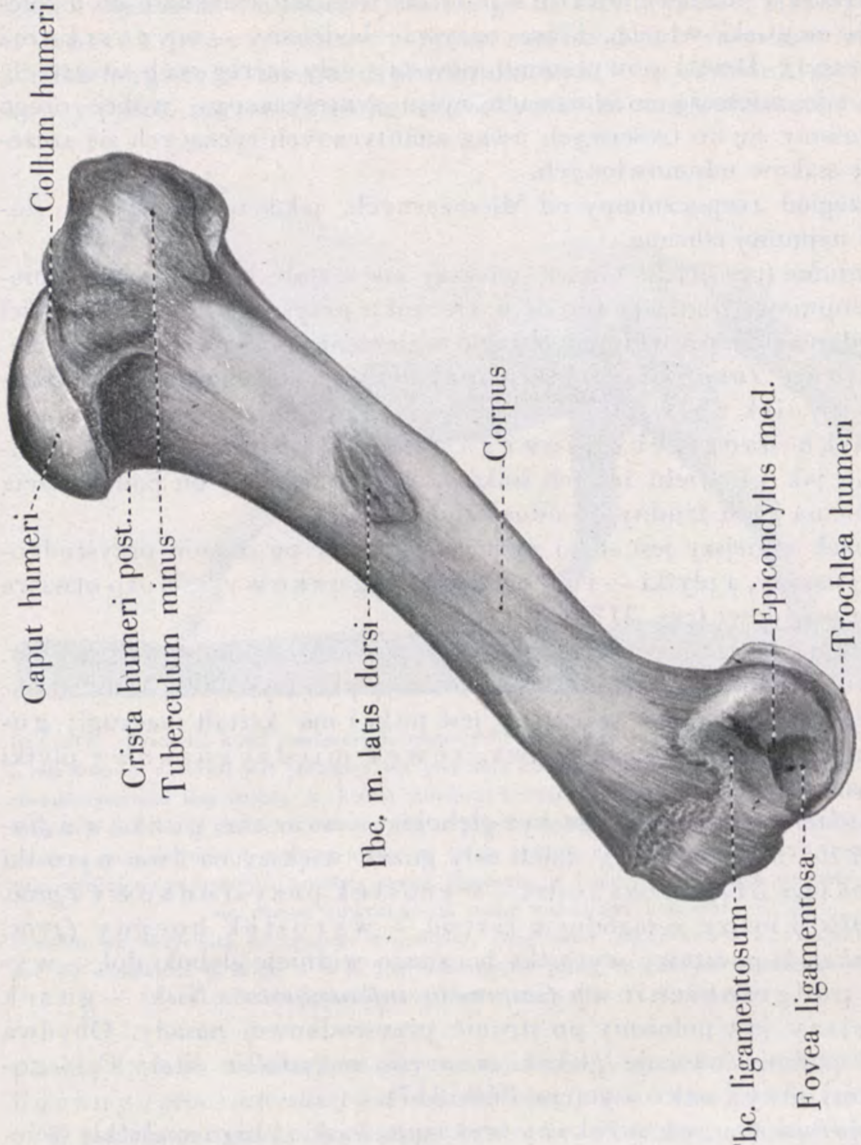
Rys. 316. Lewa kość ramienna świni, widziana od strony przyśrodkowej. Jak widać u *Suinae* kształt k. ramiennej stosunkowo mało odbiega od postaci pierwotnej.

trzy owalne wgłębienia, wywołane przyczepem mięśni, z których jedno położone naprzedzie możemy nazwać — wyciskiem nadgrzebie-



Rys. 317. Koniec górny k. ramiennej świni, widziany od góry. Zwrócić uwagę na kształt guzka mniejszego, wyginającego się ponad rowek międzyguzkowy *(sulcus intertubercularis).*

niowym *(impressio supraspinata)*, pole środkowe stanowi — wycisk podgrzebieniowy *(impressio infraspinata)* i wreszcie wycisk umieszczony wtyle nazwiemy — wyciskiem obłym *(impre-*



Rys. 318. Lewa kość ramienna k o n i a, widziana od strony przyśrodkowej, jako przykład dla odcinka stylopodjalnego wtórnie skróconego.

ssio teretica). Jak to zobaczymy niebawem u innych ssaków, wycisk obły wykazuje wyraźną skłonność opuszczenia obszaru guzka większego i przeniesienia się wdół, w kierunku guzowatości naramiennej! Ro-

wek międzyguzkowy, przedzielający obydwa guzki, ciągnie się po powierzchni przedniej nasady.

U czworonogich guzki są znacznie silniej rozwinięte (często przekraczają poziom główki!), a pozatem wykazują dążność do dzielenia się na guzki wtórne, które nazywać będziemy — wyrostkami *(processus)*. Dzięki powyższemu, powstaje cały szereg cech swoistych, które nie mieszczą się w ramach opisu syntetycznego, wobec czego uciekniemy się do treściwych uwag analitycznych tyczących się szczególnie ssaków udomowionych.

Przegląd rozpoczniemy od Mięsożernych, jako wykazujących stosunki najmniej złożone.

Canidae (rys. 312). Guzek większy ma kształt kulistego nabrzmienia, stopniowo obniżającego się w kierunku przyśrodkowym. W części pośrodkowej guzka widnieje okrągłe wgłębienie — wycisk podgrzebieniowy *(impressio infraspinata)* poniżej którego jest umieszczony — wycisk obły *(impressio teretica)*. Co się tyczy pominiętego — wycisku nadgrzebieniowego *(impressio supraspinata)* to, podobnie jak i u wielu innych ssaków, nie wyraża się on pod postacią wgłębienia i jest trudny do odnalezienia.

Guzek mniejszy jest słabo zaznaczony i leży po stronie przyśrodkowej nasady, a płytki — rowek międzyguzkowy, szeroko otwiera się ku przodowi (rys. 312).

Felidae. Guzek większy opuszcza się w kierunku rowka stromo. Rowek międzyguzkowy jest bardzo płytki (rys. 309, 310).

Leporidae. Guzek większy jest niski i ma kształt maczugi; guzek mniejszy silnie zaznaczony, rowek międzyguzkowy płytki lecz szeroki.

Suidae. Szerokie lecz niezbyt głębokie — wcięcie guzkowe *(incisura tbc. maioris* R. P.), dzieli cały guzek większy na dwa wyrostki wtórne (rys. 317) wyższy i ostry — wyrostek przyśrodkowy *(proc. medialis)* i niższy, o łagodnym zarysie, — wyrostek boczny *(proc. lateralis)*. U podstawy wyrostka bocznego widnieje głęboki dół — wycisk podgrzebieniowy *(impressio infraspinata)*. Niski — guzek mniejszy jest położony po stronie przyśrodkowej nasady. Obydwa guzki podminowywuje głęboki, o zarysie w kształcie litery C, — rowek międzyguzkowy (rys. 316, 317).

Caprinae. Guzek większy wykazuje wąskie i bardzo płytkie wcięcie, dzielące go na niski i zaokrąglony — wyrostek boczny *(proc. lateralis)* i wysoki, stromo ku rowkowi międzyguzkowemu opadający, — wyrostek przyśrodkowy *(proc. medialis)*. Guzek mniejszy jest słabo zaznaczony; rowek międzyguzkowy jest szeroki i płaski.

Bovinae. Guzek większy przybiera postać wysokiego i szerokiego esowatego grzebienia, szczytem swym znacznie przewyższającego poziom główki (rys. 3—). Dwa słabo zaznaczone — wcięcia guzkowe *(incisurae tbc. maioris)* dzielą go na trzy wyrostki z których — wyrostek przyśrodkowy *(proc. medialis)* jest wąski lecz wysoki i lekko wygięty w kierunku przyśrodkowym — wyrostek pośrodkowy *(proc. intermedius)*, ograniczony obydwoma wcięciami, tworzy



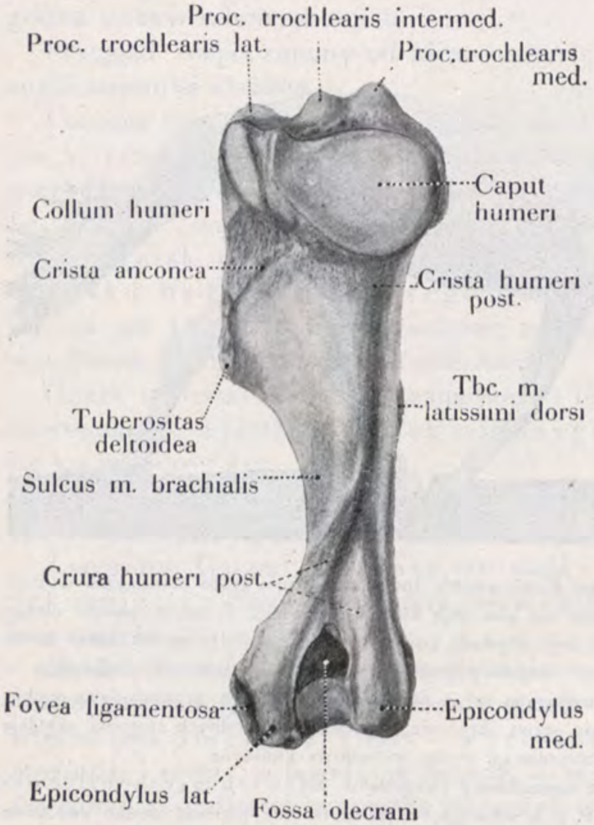
Rys. 319. Krótkość kości ramiennej Koniowatych sprawia że ramię tylko nieznacznie wystaje z ram tułowia a łokieć jest położony tuż pod linją klatki piersiowej. Pozatem zwraca uwagę charakterystyczna faza ruchu, w której obydwie kończyny prawe zbliżyły się do siebie aż do zetknięcia (faza — styku), natomiast antymery lewe wykazują maksymalne odchylenie (faza — rozstępu). Zwrócimy również uwagę na to że podczas gdy kończyna przednia lewa wykazuje wydłużenie a kończyna przednia prawa skrócenie, w kończynach tylnych stosunki układają się wprost odwrotnie (p. ruchy wahadłowe kończyn).
Ponadto we wszystkich kończynach stwierdzamy zwiększenie kąta śródręcznopalcowego (za wyjątkiem k. t. p.) a w k. t. l. silne zgięcie palca, co ma pierwszorzędne znaczenie w technice przenosinowej Koniowatych (fot. N. Pełczyński).

płaskie i słabo odcinające się wzniesienie i wreszcie — wyrostek boczny *(proc. lateralis)* jest szeroki choć niski i ma kształt jajowaty.

U podstawy guzka większego widnieje obszerny, płaski i okrągławy — wycisk podgrzebieniowy *(impressio infraspinata)*. Bardzo szeroki i płytki — rowek międzyguzkowy zachodzi na — guzek mniejszy, wyposażony w drobny wyrostek, położony w jego części przyśrodkowej.

Equidae. Najbardziej zawiłe stosunki występują u Koniowatych, a to głównie w związku z silnem wykształceniem m. dwugłowego ramienia, posiadającego wyjątkowe znaczenie w statyce tego ssaka (p. układ mięśniowy).

Guzek większy *(tuberculum maius)* występuje tutaj pod postacią dwóch wyrostków: — wyrostka mięśniowego bocznego *(proc. muscularis lat.)* i — wyrostka bloczkowego bocznego *(proc. trochlearis lat.)* (rys. 322). Podobną dążność podziałową guzka większego spotkaliśmy już u innych ssaków, choć w skali znacznie mniejszej, w zjawisku tem niema więc zasadniczo nic swoistego.



Rys. 320. Lewa kość ramienna konia, widziana od przodu. Jakżeż postać tej kości odbiega od typu wyjściowego, cechującego się smukłością, elegancją kształtu (rys. 307 D!).

Na większą natomiast uwagę zasługuje — guzek mniejszy *(tuberculum minus)!* Składa się on z trzech wyrostków: — wyrostka mięśniowego przyśrodkowego *(proc. muscularis med.)*, — wyrostka bloczkowego przyśrodkowego *(proc. trochlearis medialis)* i — wyrostka bloczkowego pośrodkowego *(proc. t'ochlearis intermedius)*. Należy podkreślić, iż ten ostatni jest okolony ze wszech stron przez dwuramienny rowek międzyguzkowy, zachodzący również na powierzchnię przyśrodkową wyrostka bloczkowego i na powierzchnię boczną wyrostka bloczkowego przyśrodkowego (rys. 322).

Z opisu tego wynika, iż z owych pięciu wyrostków jedynie dwa t. j. — wyrostek mięśniowy boczny i — wyrostek mię-

śniowy przyśrodkowy są przeznaczone dla przyczepów mięśniowych, natomiast wszystkie trzy — wyrostki bloczkowe są w ścisłej zależności od szerokiego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia powiedziałbym, iż są w »sferze jego bezpośredniego wpływu« i z tego tytułu posiadają ściany najzupełniej gładkie.



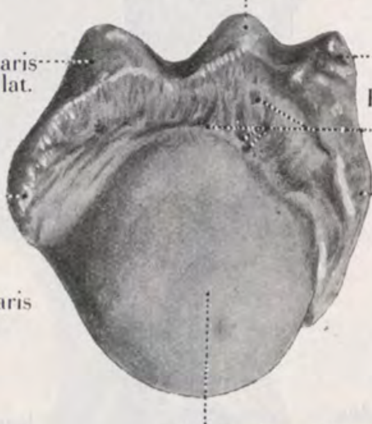
Rys. 321. Lewa kość ramienna konia, widziana od przodu. Por. z rys. 311!

Należy dodać, iż w odstęp, dzielący wyrostek mięśniowy boczny od wyrostka bloczkowego bocznego, wciska się od dołu szeroki — wycisk podgrzebieniowy *(impressio infraspinata)*.

Powracając do opisu syntetycznego nasady górnej dodam, że od guzka większego ciągnie sie wdół aż na trzon u *Hominidae*, u *Carnivora* i u *Suinae* ostry — grzebień guzka większego *(crista tuberculi maioris)*, służący za miejsce przyczepu dla m. piersiowego powierzchownego (rys. 308). W związku z rolą wspomnianego mię-

śnia w technice wspinania się na drzewa, grzebień guzka większego jest zawsze mocno wyrażony u ssaków prowadzących żywot nadrzewny (np. Naczelne), wzgl. u ssaków u których kończyny przednie przyjęły charakter lotny (np. Rękoskrzydłe). Tem należy wytłumaczyć, że np. u *Felidae* ów grzebień jest znacznie silniej wyrażony niż u *Canidae*.

Podobnie jak u podstawy guzka większego powstaje grzebień guzka większego, od guzka mniejszego odchodzi niekiedy (u człowieka, Naczelnych, Mięsożernych i u Rękoskrzydłych) słabiej zaznaczony płaski — grzebień guzka mniejszego *(crista tuberculi minoris)*, służący do przyczepu m. najszerszego grzbietu i m. obłego większego.



Rys. 322. Koniec górny k. ramiennej konia, widziany od strony panewki łopatkowej.

Trzon kości ramiennej *(corpus humeri)* ma kształt walca, ulegającego stopniowemu spłaszczeniu w kierunku strzałkowym, w miarę jak się zbliżamy do nasady dolnej. U człowieka (rys. 308) i u Naczelnych, a poniekąd i u Mięsożernych (rys. 312) trzon jest wydłużony, wysmukły, jaskrawo przeciwstawiając się przysadzistemu, krępemu trzonowi Kopytnych, przypominającemu charakterystyczny kształt k. ramiennej gadów (rys. 320). Wiąże się to ściśle ze stosunkami wielkościowemi poszczególnych odcinków kończyny przedniej, przyczem już dawno spostrzeżono, że długość całkowita kości ramiennej jest w stosunku odwrotnym do długości kości śródręcza. Jest rzeczą wielce prawdopodobną, iż postać którą zachowały Naczelne, charakteryzowała i ssaki pierwotne, co zostało uwzględnione w rysunku syntetycznym 307.

Przy rozpatrywaniu budowy trzonu szczególną uwagę zwrócimy na jego powierzchnię boczną. Widnieje na niej, tuż poniżej szyjki, płaski — grzebień łokciowy *(crista anconea)*, kierujący się wdół i ku przodowi, kończąc się chropowatem wzniesieniem — guzowatością naramienną *(tuberositas deltoidea)* (rys. 321). U *Bovidae* odcinek początkowy grzebienia łokciowego nabrzmiewa tworząc wyniosły — guzek obły *(tuberculum tereticum)* zastępujący odpowiedni wycisk. Od końca dolnego guzowatości naramiennej zmierza ukośnie wdół, na spotkanie grzebienia guzka większego, — grzebień naramienny *(crista deltoidea)*.

Guzowatość naramienna jest wyjątkowo silnie wykształcona u Koniowatych i u ssaków grzebiących przybierając postać wyginającej się bocznie i ku tyłowi, szerokiej blaszki (rys. 323). Tuż pod guzowatością widnieje u nich obszerna lecz płaska — rynienka mięśnia ramiennego *(sulcus m. brachialis)*, obwijająca się spiralnie wzdłuż powierzchni bocznej trzonu (rys. 320).

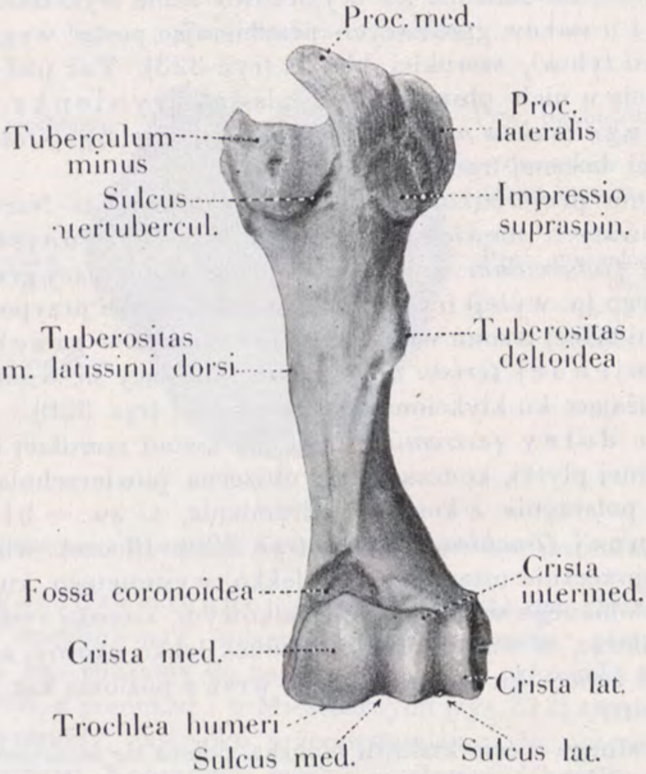
Po stronie przyśrodkowej trzonu znajdujemy u Narostkowców i u Koniowatych niewielki — guzek mięśnia najszerszego grzbietu *(tuberculum m. latissimi dorsi)*, zastępujący grzebień guzka mniejszego (p. wyżej) (rys. 321). Na zakończenie przypomnę, że na powierzchni tylnej trzonu widnieje, znany nam już — grzebień tylny k. ramiennej *(crista humeri post.)* dzielący się wdole na dwie odnogi, zdążające ku kłykciom kości ramiennej (rys. 320).

Koniec dolny *(extremitas inf.)* ma kształt szerokiej i poprzecznie ustawionej płytki, kończącej się obszerną powierzchnią stawową, służącą do połączenia z kośćmi podramienia, t. zw. — bloczkiem k. ramiennej *(trochlea humeri)* (rys. 323). Bloczek widnieje pod postacią poprzecznie ustawionego i lekko wysuniętego kú przodowi walca, wyżłobionego w kierunku strzałkowym, szeroką rynienką. Ściślej rzecz biorąc, oś walca posiada kierunek lekko ukośny, zmierza bowiem wbok i nieco ku górze, tworząc wraz z poziomą kąt wynoszący przeciętnie 10^0.

Celem trafnego ujęcia kształtu bloczka, poleca się zestawienie dwóch zwykłych szpulek od nici i połączenie ich za pomocą drążka przechodzącego poprzez obydwa przewody szpulek (rys. 313). Powstanie w ten sposób ciało, w którem możemy rozróżnić trzy grzebienie i przedzielające je dwie szerokie, płaskie rynienki: — rynienka przyśrodkowa *(sulcus med.* R. P.) i — rynienka boczna *(sulcus lat.* R. P.) (rys. 313). Jest rzeczą jasną, że zarówno grzebienie jak i rynienki zataczają kręgi w kierunku strzałkowym (od przodu ku tyłowi). Zupełnie analogiczny obraz obserwujemy na bloczku kości ramiennej, z tem

jednak, iż powierzchnie grzebieni i rynienek posiadają kierunek lekko śróbowaty (spiralny), i że z trzech grzebieni — grzebienia przyśrodkowego *(crista medialis.* R. P.), — grzebienia pośrodkowego *(crista intermedia* R. P.) i — grzebienia bocznego *(crista lateralis.* R. P.), pierwszy jest niewspółmiernie szeroki w stosunku do pozostałych (rys. 321, 323).

U człowieka grzebień boczny ma kształt kulisty (rys. 303) i nosi nazwę — wyniosłości główkowatej *(capitulum humeri s. eminentia capitata).* Służy ona do połączenie z dołkiem główki kości promieniowej.



Rys. 323. Lewa kość ramienna krowy, widziana od przodu.

W bloczku należy rozróżnić dwie zasadnicze części — część przyśrodkową i — część boczną, przyczem okolica boczna jest przeznaczona do połączenia z kością promieniową — powierzchnia promieniowa *(facies radialis.* R. P.), okolica zaś przyśrodkowa wchodzi w związek z kością łokciową: — powierzchnia łokciowa *(facies ulnaris.* R. P.). Obydwie powierzchnie są znacznie lepiej

odgraniczone u gadów (rys. 305), u których zastępują je dwa odrębne kłykcie: — kłykieć promieniowy *(condylus radialis)*, służący do zestawienia z kością promieniową podramienia oraz — kłykieć łokciowy *(condylus ulnaris)*, nawiązujący, w podobny sposób, łączność z kością łokciową.

Tak się sprawa przedstawia u ssaków o dobrze zachowanej kości łokciowej, mam na myśli ssaki mogące wykonywać ruchy obrotowe kośćmi podramienia (p. podramię!). Z załączonego rys. 308 widzimy że u tego typu ssaków zasięg powierzchni łokciowej znacznie przewyższa zasięg powierzchni promieniowej, tak iż możnaby powiedzieć że u nich kość ramienna głównie zestawia się z kością łokciową! Wręcz odmiennie przedstawia się stosunek obu powierzchni u ssaków o kończynach nośnych.

U ssaków obdarzonych kończynami typu wyraźnie nośnego, a więc u których kość łokciowa, uległa, mniej lub dalej, posuniętemu zanikowi, nieomal cała powierzchnia bloczka jest przeznaczona do połączenia z kością promieniową i tylko drobny odcinek powierzchni tylnej zachowuje związek z kością łokciową (rys. 318).

W związku z powyższem, ukształtowanie całego bloczka jest nieco odmienne u poszczególnych ssaków i wyraża się w dwóch podstawowych typach.

W typie I-szym charakteryzującym ssaki o dobrze rozwiniętej kości łokciowej: — rynienka boczna jest bardzo płytka, — grzebień pośrodkowy jest płaski a — rynienka przyśrodkowa przesuwa się w kierunku przyśrodkowym (rys. 308).

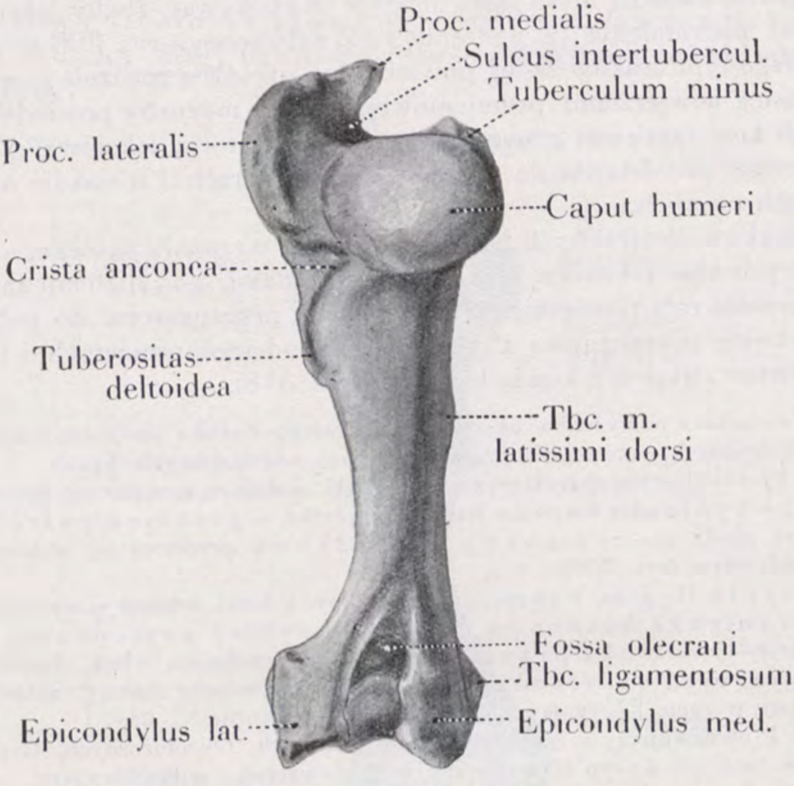
W typie II-gim, występującym u ssaków o kości łokciowej uwstecznionej: — rynienka boczna jest głęboka, — grzebień pośrodkowy ostry i wreszcie — rynienka przyśrodkowa jest zepchnięta wbok, dzięki czemu — grzebień przyśrodkowy jest bez porównania szerszy, aniżeli ma to miejsce w typie I-szym (rys. 323).

Typ I, obserwujemy u Naczelnych, Mięsożernych, Owadożernych, Gryzoni, Świniowatych i t. d.; typ II występuje u Koniowatych i u Przeżuwaczy.

Tuż powyżej bloczka, na powierzchni przedniej nasady, dostrzegamy trójkątnawe, dość płytkie, zagłębienie — dół wieńcowy *(fossa coronoidea)*, wbok od którego zarysowywuje się niekiedy (np. u człowieka i u Naczelnych) podobny, ale znacznie mniejszy — dół promieniowy *(fossa radialis)* (rys. 308). Znacznie lepiej wyrażona zapadłość widnieje i na powierzchni tylnej nasady. Jest to — dół łokciowy *(fossa olecrani)*, przeznaczony do pomieszczenia wyrostka łokciowego kości łokciowej. W cienkiej blaszce przedzielającej dno dołu wieńcowego od dołu łokciowego widnieje u wielu ssaków więc np. zpośród Mięsożernych u Psowatych szeroki — otwór nadbloczkowy *(for. supratrochleare)* (rys. 312).

Po każdej stronie bloczka zarysowywują się tępe wzniesienia zwane — nadkłykciami *(epicondyli)* (rys. 320). Rozróżniamy: — nadkłykieć boczny, albo — nadkłykieć wyprostny *(epicondylus lateralis, s. ep. extensorius)* oraz — nadkłykieć przyśrodkowy, albo — zginaczowy *(epicondylus med. s. ep. flexorius)*.

U ssaków, naskutek znacznej przewagi mięśni zginaczy nad mięśniami wyprostnemi, kłykieć przyśrodkowy, na którym rozpoczynają się mię-



Rys. 324. Lewa kość ramienna krowy, widziana od tyłu.

śnie zginacze, jest zawsze silniej rozwinięty aniżeli kłykieć boczny. Istotnie, nietylko wystaje on bardziej dośrodkowo i ku dołowi, ale i sięga dalej wtył (rys. 324). Dzięki powyższemu następuje niekiedy dosłowne uwięzienie tętnicy ramiennej i nerwu pośrodkowego w tkance kostnej. W ten sposób powstaje powyżej kłykcia przyśrodkowego szczelinowaty — otwór nadkłykciowy przyśrodkowy *(for. entepicondyloideum s. for. supracondyloideum med.)*, który występował bardzo często u ssaków wykopaliskowych, a i obecnie

spotykamy go, zpośród ssaków udomowionych u kota (rys. 310), a pozatem u: *Monotremata*, u *Marsupialia*, u *Insectivora*, u *Pholidota*, u *Xenarthra*, u *Rodentia*, u *Viverridae* a często i u *Platyrrhina*. Spotykaliśmy się z nim już przy opisie stosunków panujących u gadów. Otwór nadkłykciowy boczny (*for. ectepicondyloideum*), o którym była wzmianka przy opisie orjentacyjnym kości ramiennej gadów (rys. 307 B), u ssaków nigdy nie występuje, a to naskutek uwstecznienia nadkłykcia bocznego.

Powierzchnia boczna każdego z nadkłykci przedstawia ślady przyczepów układu więzadłowego pod postacią płytkiego — dołka więzadłowego (*fovea ligamentosa*) i położonego nieco powyżej chropowatego — guzka więzadłowego (*tuberculum ligamentosum*) (rys. 321).

U człowieka kłykieć pośrodkowy jest okolony od dołu i od tyłu przez szeroki — rowek nerwu łokciowego (*sulcus n. ulnaris*), mieszczący w sobie nerw łokciowy. Tłumaczy to nam, że ucisk lub uderzenie w to miejsce wywołuje uczucie drętwienia kończyny.

Staw barkowy (*art. scapulohumeralis*). Staw barkowy jest stawem typu kulistego.

W skład stawu wchodzą: płytka powierzchnia stawowa — panewki łopatkowej (*cavitas glenoidalis*) oraz obszerniejsza powierzchnia stawowa, kulista — główki kości ramiennej (*caput humeri*). Stosunek obu powierzchni ma się w przybliżeniu jak 1 do 2, na niekorzyść panewki łopatkowej co świadczy o wyjątkowo szerokim zakresie ruchomości. U *Hominidae* powierzchnię łopatkową zwiększa cokolwiek pierścień włóknisty, zwany — rąbkiem stawowym (*labrum glenoidale*), przytwierdzający się wzdłuż krawędzi panewki. Jak wskazują nowsze badania rąbek ów znajduje się w ścisłym związku ze ścięgnem m. dwugłowego ramienia.

Cienka i bardzo luźna — torebka stawowa (*capsula articularis*) przymocowuje się z jednej strony na obwodzie panewki, a z drugiej na szyjce kości ramiennej. Wątłą torebkę wzmacnia gruby płaszcz mięśniowy, utworzony przez m. trójgłowy ramienia od tyłu, zboku przez m. obły mniejszy i m. podgrzebieniowy, przyśrodkowo przez m. podłopatkowy i wreszcie od przodu przez szerokie ścięgno m. dwugłowego ramienia. One to wraz z ciśnieniem atmosferycznem utrzymują powierzchnie stawowe w zetknięciu, rola bowiem samej torebki stawowej jest bardzo ograniczona.

Na szczególną uwagę zasługuje — ścięgno mięśnia dwugłowego ramienia (*tendo m. bicipitis brachii*), ciągnące się wzdłuż

rowka międzyguzkowego nasady górnej kości ramiennej. Ścięgno to u ssaków czworonogich przebiega ponad torebką i jest oddzielone od niej przez obszerną — kaletkę międzyguzkową *(bursa intertubercularis)*, natomiast u człowieka wdziera się ono do wnętrza jamy stawowej, osłaniając się ze wszech stron oponą utworzoną przez błonę maziową.

Mechanika stawu barkowego. Zarówno kształt powierzchni stawowych (typ kulisty) jak i własności torebki stawowej (bardzo wiotka!), niewzmocnionej pasmami więzadłowemi wskazują, iż mamy do czynienia ze stawem o ruchomości 3°.

W stawie tego rodzaju mogą być wykonywane następujące ruchy: 1) — wysunięcie albo — zgięcie *(anteversio s. flexio)*, w którym nasada dolna wysuwa się naprzód i — cofnięcie lub — wyprostowanie *(retroversio s. extensio)*, kiedy taż sama nasada kieruje się wtył. Obydwie te fazy ujmiemy pod wspólną nazwą — ruchu strzałkowego albo — ruchu wahadłowego (p. niżej). Odbywa się on, oczywiście, w płaszczyźnie strzałkowej dookoła osi biegnącej poprzecznie przez główkę kości ramiennej. 2) Odwodzenie *(abductio)* i—przywodzenie *(adductio)* (rys. 314) polegające na zbliżaniu kości ramiennej do płaszczyzny pośrodkowej wzgl. na jej oddalaniu. Odbywają się one w płaszczyźnie czołowej dookoła osi ciągnącej się strzałkowo przez główkę kości ramiennej. Dla krótkości obydwa ruchy nazwiemy — ruchem czołowym. 3) Obrót *(rotatio)* kości ramiennej odbywa się dookoła długiej osi ułożonej wzdłuż kierunku samej kości. Rozróżniamy dwa rodzaje obrotów: — obrót dośrodkowy *(rotatio medialis)* i — obrót boczny *(rotatio lateralis)*.

Pewnego rodzaju kombinację, złożoną z kolejnych ruchów zginania, odwodzenia, prostowania i przywodzenia jest ruch zwany — obwodzeniem *(circumductio)*. Możemy je łatwo odtworzyć zataczając krąg wyprostowaną kończynę górną.

Potencjalna ruchomość stawu barkowego jest bardzo znaczna i składa się zasadniczo z trzech ruchów: ruchu strzałkowego, ruchu czołowego i ruchu obrotowego. I taką to ruchomość (3°!) znajdujemy w kończynie przedniej typu chwytnego, a więc np. u człowieka, natomiast u ssaków o kończynach nośnych (np. Kopytne, Mięsożerne i t. d.) swoboda stawu barkowego zostaje bardzo znacznie ograniczona. W samej rzeczy, obserwując ruchy kończyn choćby ssaków udomowionych, stwierdzimy z łatwością, iż odbywają się one tylko w płaszczyźnie strzałkowej, a więc w kierunku ruchu postępowego ciała! Zarówno ruch czołowy jak i obrotowy sprowadzają się nieomal do zera. Korzystam ze sposobności by już na tem miejscu zaznaczyć, że u ssaków o kończynach nośnych większość stawów, i to bez względu na ich budowę, posiada tylko jeden stopień ruchomości sprowadzający się do ruchów strzałkowych. Odtąd typ kończyny nośnej będzie dla nas równoznaczny z możliwością wykonywania jedynie ruchów strzałkowych! (rys. 319).

Głównemi czynnikami, które pierwotną ruchomość 3° stawu barkowego sprowadzają u ssaków czworonogich do ruchomości 1° są: umięśnienie okoliczne stawu oraz małe wyodrębnienie ramienia z masy tułowia, samo zaś zjawisko nosi nazwę — polaryzacji stawów (R. P. 1924).

Na zakończenie pragnę dodać, że śledząc rozwój ruchomości stawów w obrę-

bie całego świata kręgowców, stwierdzamy iż kroczy ona drogą równoległą do linji rozwojowej kończyn. Tak więc, jeżeli chodzi o staw barkowy, to posiada on u płazów i gadów tylko jeden stopień ruchomości (i zaczątek drugiego!), u ssaków pierwotnych naskutek bytowania nadrzewnego powstaje swoboda 3°, zachowująca się i obecnie w typie kończyny chwytnej, ale już w typie kończyny nośnej ulega wtórnemu ograniczeniu, którego świadkami jesteśmy, przedewszystkiem, u Kopytnych.

3. Podramię.
(Antebrachium, zeugopodium ant.).

W skład podramienia wchodzą: — kość promieniowa *(radius)* i — kość łokciowa *(ulna).* Obydwie należą do rzędu kości długich i mają za zadanie zapewnienie łączności między ramieniem i nadgarstkiem (rys. 22, 267, 273, 291, 304, 311, 331, 332).

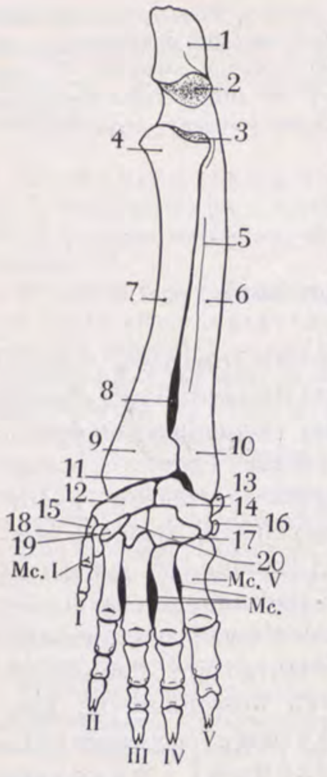
Naskutek przekształcenia—kończyn czołgowych płazów i gadów (rys. 270) w typ—kończyn nośnych, cechujących ssaki, stosunek wzajemny obu kości podramienia uległ zasadniczej zmianie. W samej rzeczy, podczas, gdy u Lądowców niższych kości podramienia są do siebie ustawione równolegle przyczem kość promieniowa leży naprzedzie a kość łokciowa wtyle, u ssaków w wyniku znanego już nam obrotu stawu łokciowego ku tyłowi a ręki w kierunku dośrodkowym, kość promieniowa skrzyżowała kość łokciową przyjmując położenie bardziej wysunięte ku przodowi i bardziej dośrodkowe! Tego rodzaju układ stosunków przyjęto nazywać — położeniem nawrotnem albo — położeniem pronacyjnem podramienia (rys. 273, 326).

Ze względu na to, że położenie ręki jest w wysokim stopniu uzależnione od położenia kości podramienia ażeby więc w przyszłości uniknąć nieporozumień, podam zasadnicze cechy charakteryzujące — położenie nawrotne kończyny. W położeniu tem: 1) kość promienowa krzyżuje kość łokciową od przodu; 2) powierzchnia dłoniowa ręki *(palma)* jest zwrócona wdół (rys. 325) i wreszcie 3) palec pierwszy jest umieszczony po stronie przyśrodkowej ręki (rys. 326, 327 C).

Układ nawrotny kości podramienia obserwujemy u ogromnej większości ssaków o kończynach przednich typu nośnego (rys. 273)!

W typie nawrotnym kończyny należy jednak wyróżnić dwie ważne odmiany, rozstrzygające o roli czynnościowej całej kończyny.

W odmianie pierwszej, którą nazwiemy — typem nawrotnym ustalonym (R. P.) kość promieniowa niemoże zmienić swego



Rys. 325. Lewe podramię i ręka jeżozwierza *(Hystrix cristata)*, widziana od strony grzbietowej. Podramię jest ustawione w położeniu nawrotnem (pronacyjnem), w którem kość promieniowa (7) krzyżuje od przodu kość łokciową (6) i spycha ją nieco ku tyłowi. Jak widać w położeniu tem palec I ręki jest zwrócony dośrodkowo.

Zwrócić ponadto uwagę na rozszczepienie końców trzecich członów palców, co stoi w związku z własnościami grzebnemi kończyn jeżozwierza.

położenia w stosunku do kości łokciowej, a powierzchnia dłoniowa ręki nie jest w stanie zwrócić się ku górze. Naskutek powyższego stanu rzeczy kość promieniowa przejmuje zadanie obu kości podramienia powodując przejawiające się, w różnym stopniu, uwstecznienie kości łokciowej! Tego rodzaju stosunki stwierdzamy u ssaków, kończyny przednie których wyspecjalizowały się ściśle w ramach typu nośnego, a przeto są pozbawione całkowicie własności chwytnych. Należą do nich przedewszystkiem Kopytne! Charakteryzuje je jeszcze jedna cecha, o której będzie mowa poniżej, mam na myśli zjawisko ujmowane pod nazwą — strącania palców, polegające na, mniej lub dalej, sięgającem uwstecznieniu palców pobocznych (I, V, II, IV).



Rys. 326. Podramię człowieka w dwóch zasadniczych swych położeniach: — pronacyjnem, w którem k. promieniowa (oznaczona na czarno) krzyżuje od przodu k. łokciową, a palec I jest zwrócony dośrodkowo oraz w położeniu —supinacyjnem. Por. rys. 327.

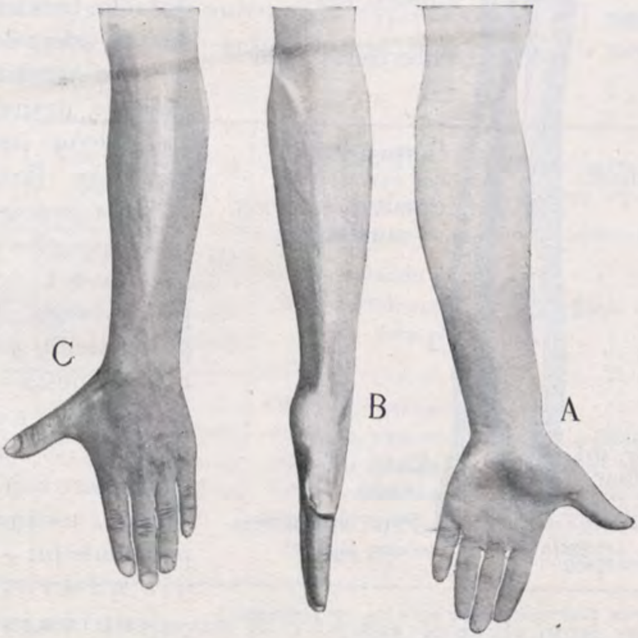
Dodając do powyższego uwagi, które podane były uprzednio, wzór morfologiczny kończyny nośnej typu ustalonego przedstawiałby się jak następuje:

zanik obojczyka — uwstecznienie wyrost-

Znaczenie skrótów: 1 — *olecranon;* 2 — *fac. art. olecranii;* 3 — *fac. art. sup. radii;* 4 — *extr. sup. radii;* 5 — *crista interossea ulnae;* 6 — *corpus ulnae;* 7 — *corpus radii;* 8 — *spatium interosseum antebrachii;* 9 — *extr. inf. radii;* 10 — *extr. inf. ulnae;* 11 — *art. radiocarpea;* 12 — *scapholunatum*; 13 — *accessorium,* 14 — *ulnare;* 15 — *carpale I;* 16 — *sesamoideum ulnare;* 17 — *hamatum I;* 18 — *carpale II;* 19 — *carpale III;* Mc I — *metacarpale I;* Mc — *metacarpalia* II — V.

ka barkowego łopatki — układ nawrotny ustalony podramienia — uwstecznienie kości łokciowej — strącenie palców pobocznych.

Nieco odmienne stosunki znajdujemy w — typie nawrotnym nieustalonym! W kończynie tego typu, w położeniu zwykłem ręki, wprawdzie kość promieniowa w dalszym ciągu krzyżuje kość łokciową, stosunek ten jednak nie jest utrwalony i zmienić się może łatwo w t.zw. — położenie ksobne (R. P.) (rys. 327B). Pod nazwą tą



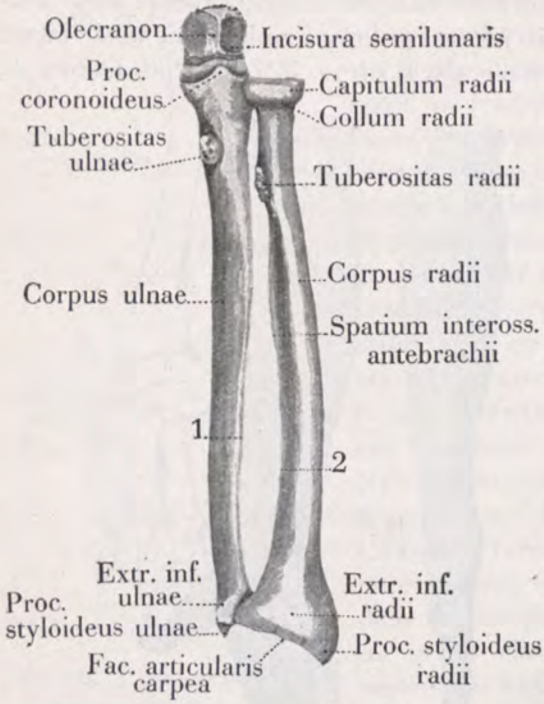
Rys. 327. Trzy zasadnicze położenia podramienia u człowieka: A — położenie odwrotne albo supinacyjne; B — położenie ksobne; C — położenie nawrotne albo pronacyjne. Położenie odwrotne podramienia cechuje li tylko ssaki o kończynach typu chwytnego *(Hominidae, Primates)*, położenie ksobne przyjmują niekiedy Mięsożerne (por. z rys. 330) i wreszcie położenie nawrotne charakteryzuje ssaki o kończynach typu nośnego. Pozatem zwrócić uwagę na zmianę ukształtowania zewnętrznego podramienia i por. z rys. 326.

rozumiemy zwrócenie powierzchni dłoniowej ręki (rys. 327) w kierunku dośrodkowym, jak to spostrzegamy np. u Mięsożernych, i u Gryzoni przytrzymujących zdobycz między przedniemi kończynami. U człowieka, w postawie wolnej, kończyny górne zajmują zawsze położenie ksobne (rys. 304).

Zmiana położenia nawrotnego w położenie ksobne polega na lekkim obrocie kości promieniowej (wraz z ręką!) nazewnątrz. Dzięki temu obrotowi kość promieniowa układa się nieomal równolegle do kości

łokciowej, dłoń zwraca się dośrodkowo (»ksobnie«!) a palec pierwszy ku przodowi (rys. 327B).

Typ nawrotny nieustalony występuje u ssaków o kończynach nośnych, które nie utraciły jeszcze doszczętnie własności chwytnych wzgl. grzebnych *(Insectivora, Rodentia, Carnivora)*. Pragnę zaznaczyć, iż w kończynie nośnej typu nieustalonego kość łokciowa jest, narówni z kością promieniową dobrze rozwinięta, lecz obojczyk wykazuje zdecydowaną dążność do zaniku (kończyna staje się nośną!), strącenie zaś palców jest słabo zaznaczone (kończyna nie utraciła jeszcze całkowicie własności chwytnych!).



Rys. 328. Lewe podramię człowieka, w położeniu odwrotnem, widziane od przodu.
1 — *crista interossea ulnae;* 2 — *crista interossea radii.* Jak widać obydwa składniki podramienia są dobrze wykształcone a przestrzeń międzykostna je przedzielająca jest szeroka i długa co razem wskazuje na wzajemną ruchomość obu kości (por. z rys. 325 i 329!)

Tyle o kończynach typu nośnego! Jeżeli teraz przejdziemy do rozpatrzenia własności — kończyny chwytnej, to zauważymy z łatwością, iż charakteryzuje ją, między innemi, możność nadania podramieniu — położenia odwrotnego albo — supinacyjnego.

Polega ono (rys. 328) na zupełnie równoległem ustawieniu kości podramienia, przyczem kość promieniowa układa się bocznie w stosunku do kości łokciowej, powierzchnia dłoniowa ręki kieruje się ku górze (wzgl. ku przodowi) a palec pierwszy jest zwrócony nazewnątrz (rys. 304).

W związku z powyższem zarówno kość łokciowa, jak obojczyk i palec I są zawsze dobrze zachowane. Tego rodzaju stosunki znajdujemy u Naczelnych, a przedewszystkiem u człowieka! Nazwiemy je — układem wolnym (rys. 327).

Pozostaje teraz pytanie: który z tych trzech układów podramienia

(u s t a l o n y, n i e u s t a l o n y i w o l n y) należy uważać za pierwotny? Z tego, co nam wiadomo o ssakach pierwotnych, które prawdopodobnie prowadziły żywot nadrzewny, jak to czynią jeszcze obecnie np. *Didelphys marsupialis*, *Prosimiae*, *Primates* i t. d., należy wnosić że początkowo kończyna przednia musiała być typu wolnego i dopiero naskutek życia naziemnego, przekształciła się w typ ustalony. Te dwa ostatnie typy nie są więc niczem innem, jak wyrazem wtórnego przystosowania się kończyn do bytowania naziemnego, a w którem, kosztem własności chwytnych, wykształciły one w sobie cechy nośne, słabiej (w typie nieustalonym!) lub mocniej (w typie ustalonym!) wyrażone.

Nie bez korzyści będzie, sądzę, ujęcie powyższego w następujące syntetyczne zestawienie.

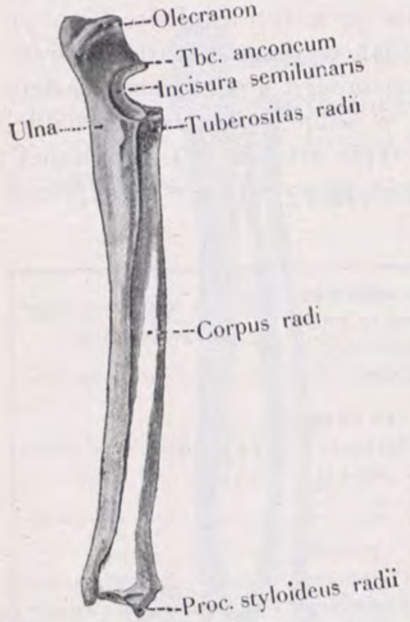
	Kończyna chwytna (np. człowiek)	Kończyna nośna typu nieustalonego (np. pies)	Kończyna nośna typu ustalonego (np. koń)
Cechy czynnościowe: możność zmiany położenia kości podramienia	od n a w r o t u poprzez położenie k s o b n e do o d w r o t u i vice versa	od n a w r o t u do położenia ksobnego i vice versa	Stałe położenie n a w r o t n e
Cechy morfologiczne	Obojczyk, rękojeść mostka, k. łokciowa i palce rąk są dobrze rozwinięte	Obojczyk i rękojeść mostka są uwstecznione; k. łokciowa dobrze zachowana, pewna skłonność do redukcji palców	Obojczyk, rękojeść mostka i k. łokciowa są uwstecznione; daleko posunięta redukcja palców

Po tych uwagach wstępnych przystąpimy teraz do opisu szczegółowego ważniejszych cech kości podramienia.

Pierwsza rzecz, która uderza w oczy jest to u s t a w i e n i e n i e o m a l p r o s t o p a d ł e p o d r a m i e n i a w s t o s u n k u d o p o z i o m u. Zpośród ssaków udomowionych z zasady tej wyłamuje się jedynie królik, u którego kości podramienia tworzą wraz z poziomą kąt wynoszący przeciętnie 40^0 (rys. 276).

Jak wielkim jest wpływ techniki przenosinowej na ukształtowanie poszczególnych skladników kośćca byla o tem mowa przy rozpatrywaniu budowy kości ramiennej. Dodatkowe potwierdzenie tej zasady znajdujemy w podramieniu. Istotnie, jeżeli porównać stosunek wielkościowy obu kości u gadów z takimże stosunkiem cechującym ssaki to łatwo stwierdzić, iż jeżeli w przypadku pierwszym kość łokciowa stale przewyższa swemi rozmiarami kość promieniową, u ssaków sprawa

przedstawia się wręcz odmiennie: kość promieniowa jest naogół silniej wykształcona aniżeli kość łokciowa. Wyjątek stanowią ssaki o kończynach słupowatych, do których zaliczymy Słoniowate i wymarłe — ✝ *Embrithopoda*.



Rys. 329. Lewe podramię psa, widziane od strony przyśrodkowej. I tym razem obydwie kości podramienia są dobrze rozwinięte, przewężenie jednak przestrzeni międzykostnej wskazuje na ograniczenie ruchomości k. promieniowej.

Dalej zasługuje na uwagę wzajemny stosunek przestrzenny obu kości, a który wyraża się w tem, że kość promieniowa jest położona zawsze bardziej naprzedzie, a w górnym swym odcinku ponadto bardziej bocznie, natomiast kość łokciowa leży wtyle i ma nasadę górną przesuniętą w kierunku przyśrodkowym (rys. 325).

Obydwie kości przedziela — przestrzeń międzykostna podramienia *(spatium interosseum antebrachii)* (rys. 328). Przestrzeń międzykostna jest szeroka u człowieka, wąska w typie kończyny nośnej nieustalonej (Psowate, Kotowate) i wreszcie ginie zupełnie (Świniowate) lub też przyjmuje postać jednej (Koniowate) lub dwóch (Przeżuwacze) wąskich szpar w typie nośnym ustalonym (rys. 329, 333, 334).



Rys. 330. *Felis pardus* Lampart w czasie chodu (fot. dr. A. Rząśnickiego. U Kotowatych przystosowanie do wykonywania ruchów ksobnych jest tak dalece wyraźne, że przejawia się nawet podczas chodu.

U Lądowców pierwotnych, mam w pierwszym rzędzie na myśli wykopaliskowe — ✝ *Stegocephala (Amphibia)* końce górne kości podramienia nie nawiązują między sobą bliższej łączności natomiast wchodzą w bezpośredni związek z dwoma, zupełnie od siebie oddzielonemi kłykciami kości ramiennej. Wdole, końce kości są od siebie oddzielone przez wciskającą się w przestrzeń międzykostną — kość pośrednią *(intermedium)* (rys. 267 A. 1). U ssaków naskutek zespolenia obu

kłykci kości ramiennej końce górne kości podramienia nawiązują między sobą łączność stawową, co również ma miejsce i między końcami dolnemi kości podramienia, wyciskającemi w obręb nadgarstka kość pośrednią (rys. 267 E. A.; 328).

Obecność dwóch kości w podramieniu tłumaczy się podziałem ról w dynamice i w statyce tej części kończyny. Istotnie, jeżeli głównem zadaniem kości promieniowej jest nawiązanie łączności z nadgarstkiem, to podobną rolę w stosunku do kości ramiennej pełni kość łokciowa. W związku z powyższem ukształtowanie obu kości jest zasadniczo wręcz odmienne: kość promieniowa jest węższa wgórze a szersza wdole, kość łokciowa zaś odwrotnie jest szersza wgórze aniżeli wdole (rys. 328).

Pozatem kość łokciowa może być uważana za rodzaj osi dookoła której odbywają się obroty kości promieniowej w czasie wykonywania ruchów nawrotno-odwrotnych (pronacyjno-supinacyjnych). Rozumie się samo przez się, iż unieruchomienie kości podramienia, jak to ma miejsce w kończynie nośnej ustalonej (Koniowate, Przeżuwacze) dotknąć musi w pierwszym rzędzie ową oś, dookoła której odbywały się wspomniane ruchy, mam na myśli kość łokciową, a która istotnie wykazuje, większe (Koniowate, Przeżuwacze) lub mniejsze *(Suidae)*, uwstecznienie.

Celem ostatecznego zrozumienia wagi obu składników podramienia nie widzę przeszkód by porównać kość promieniową do — drzwi, zawieszonych na dwóch zawiasach (górnych i dolnych!), umieszczonych na kości łokciowej (rys. 328). Owemi zawiasami są, oczywiście, obydwie powierzchnie stawowe promieniowo-łokciowe.

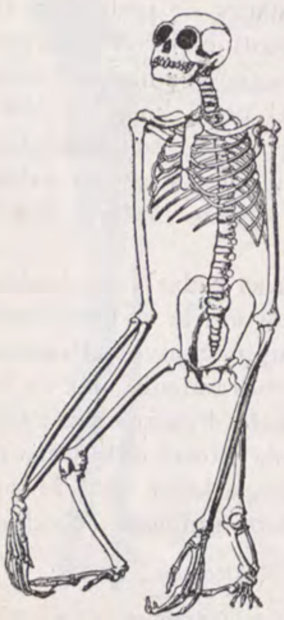
Z chwilą gdybyśmy usunęli obydwa zawiasy a to przez spowodowanie uwstecznienia kości łokciowej, drzwi nie mogłyby wykonać ruchu obrotowego, niezbędnego przy ich otwieraniu! Ten sam efekt, a w każdym bądź razie zbliżony, zajdzie jeżeli zniszczymy jeden z zawiasów, powiedzmy, dolny... W tych warunkach, i w najlepszym razie, drzwi (k. promieniowa!) zawisłyby na zawiasie górnym (na końcu górnym k. łokciowej) a pochyliwszy się zaczepiłyby o podłogę... Możnaby zresztą unieruchomić drzwi i przez przewężenie szpary między drzwiami i futryną (przestrzeni międzykostnej podramienia!)...

Wszystko to razem prowadzi do wniosku, że przewężenie przestrzeni międzykostnej lub usunięcie zawiasu dolnego (końca dolnego k. łokciowej!) jest synonimem ograniczenia ruchomego wzgl. zupełnego unieruchomienia składników podramienia (rys. 334).

Porównywując budowę podramienia u różnych ssaków, stwierdzamy z łatwością, współzależność, jaka istnieje między wielkością przestrzeni międzykostnej, stanem ruchomości kości i ukształtowaniem kości łokciowej.

A. Kość promieniowa *(radius)*. W kości promieniowej, jak w każdej kości długiej, rozróżniamy — trzon oraz dwa końce — górny i — dolny.

Koniec górny *(extremitas sup.)* kształtuje się pod podstacią t. zw. — główki *(capitulum radii)*, której powierzchnia górna stanowi — powierzchnię stawową *(facies articularis capituli)* służącą do połączenia z odcinkiem bocznym bloczka kości ramiennej (rys. 328). Powierzchnia ta u człowieka i u ssaków o podramieniu nieustalonem, posiada kształt okrągławego zagłębienia — dołka główki *(fovea capituli)*, natomiast u ssaków o podramieniu ustalonem, naskutek zmniejszenia się udziału kości łokciowej w budowie stawu ramienno-podramiennego, powierzchnia stawowa główki kości promieniowej, ulega znacznemu rozszerzeniu w kierunku przyśrodkowym, spychając w ten sposób coraz bardziej kość łokciową ku tyłowi. Wówczas ma ona kształt obszernej wydłużonej w kierunku poprzecznym płaszczyzny, kształtem odpowiadającej negatywowi bloczka kości ramiennej (rys. 334).

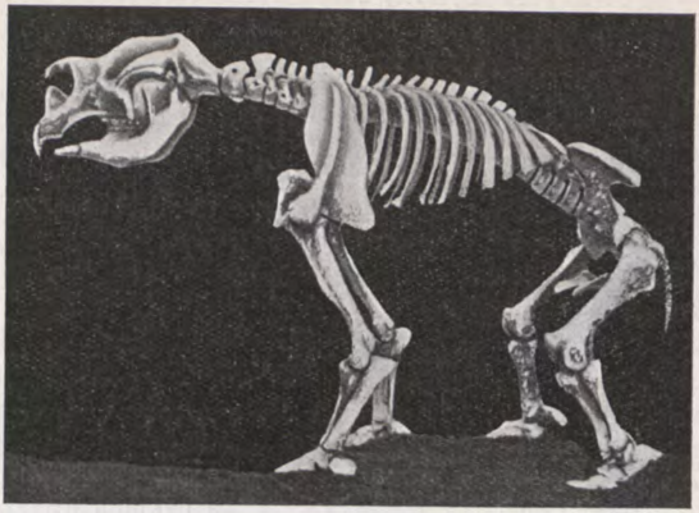


Rys. 331. *Hylobates leuciscus* (wg. Mollison'a), przedstawiony w postawie półspionizowanej. Niezwykłe wydłużenie kończyn przednich świadczy za tem że gibon jest ssakiem zdecydowanie nadrzewnym, natomiast wąskość kości biodrowych znamionuje rzadkość uciekania się do postawy półspionizowanej.

Powierzchnię tę nazwiemy — powierzchnią bloczkową *(facies trochlearis)*. Jest ona, jak każda zresztą powierzchnia stawowa, zupełnie gładka i tylko u Nieparzystokopytowców i u Przeżuwaczy wykazuje wtyle nieprawidłowego zarysu wgłębienie, sięgające aż po krawędź tylną nasady — dół chropowaty *(fossa aspera)*.

U ssaków o podramieniu nieustalonem *(Hominidae, Carnivora)* poniżej owej powierzchni stawowej widnieje niezbyt szeroki, kolisty pas pokryty chrząstką stawową — obwód stawowy główki *(circumferentia articularis capituli)*, przeznaczony do połączenia z kością łokciową.

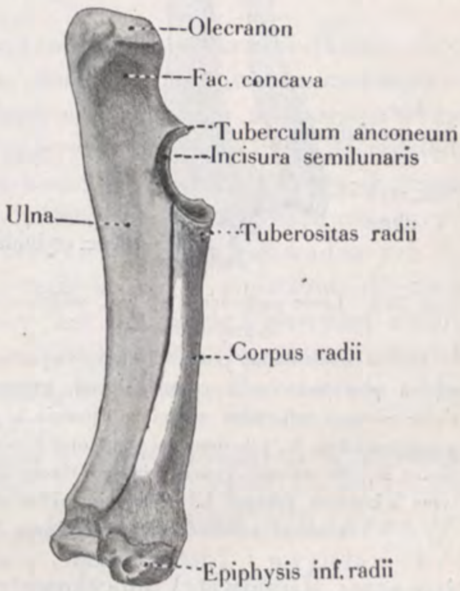
Na granicy z trzonem kość ulega pewnemu przewężeniu tworząc t. zw. — szyjkę *(collum radii)*, bardzo slabo zarysowaną u Kopytnych, a w pobliżu której znajdujemy rozległą chropowatą wyniosłość zwaną — guzowatością kości promieniowej *(tuberosi-*



Rys. 332. Torbacz pleistoceński — ✝ *Diprotodon australe* (wg. A. Smith-Woodward). Długość tego przedstawiciela rodziny *Phascolomyidae* wynosiła 4 m. a wysokość ponad 2 m. Zwraca tutaj szczególną uwagę: budowa czaszki, kształt łopatki, długość kończyn przednich oraz skrócenie odcinków autopodjalnych kończyn.

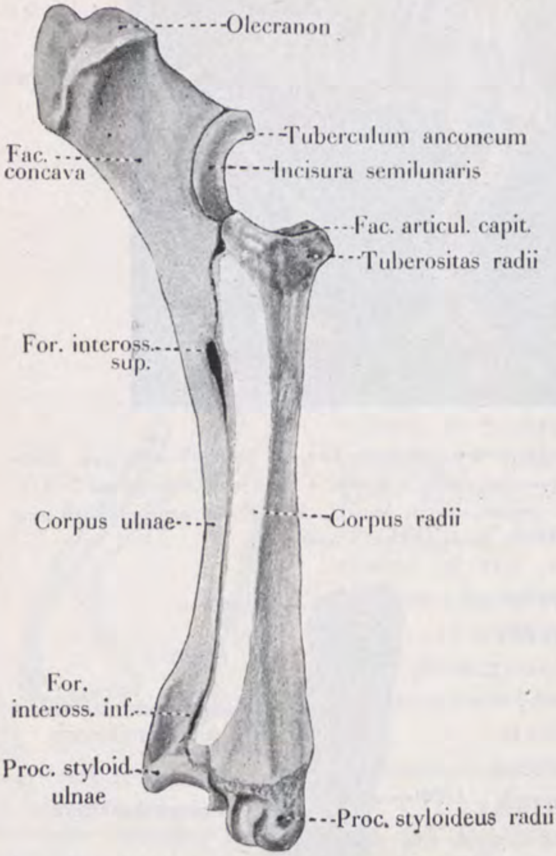
tas radii), służącą za miejsce przyczepu dla mięśnia dwugłowego ramienia (rys. 333).

Guzowatość ta znajduje się u człowieka w pewnem oddaleniu od szyjki a więc już w obrębie trzonu, natomiast u Kopytnych widnieje ona tuż pod powierzchnią bloczkową, na powierzchni przednioprzyśrodkowej nasady. U tychże Kopytnych wyrazem silnego układu więzadłowego są dwa guzki, umieszczone po obu stronach powierzchni bloczkowej, z których jeden — guzek więzadłowy boczny *(tuberculum ligamentosum lat.)* jest zawsze silniej rozwinięty aniżeli — guzek więzadłowy przyśrodkowy *(tuberculum ligamentosum med.)*. Oznaka ta ułatwia odróżnienie kości lewej od kości prawej.



Rys. 333. Lewe podramię świni, widziane od strony przyśrodkowej.
U Świniowatych stwierdzamy trudny do wytłomaczenia przerost k. łokciowej, a któremu, rzecz dziwna, towarzyszy zanik przestrzeni międzykostnej podramienia.

Długi — t r z o n *(corpus radii)* kości promieniowej jest lekko kabłąkowato wygięty wklęsłością ku tyłowi, zwłaszcza u królika i u wielu innych Gryzoni (rys. 276, 328).



Rys. 334. Lewe podramię k r o w y, widziane od strony przyśrodkowej.

U *Pecora* stwierdzamy poraz pierwszy wyraźne wybicie się na plan plerwszy k. promieniowej, przyjmującej na siebie nieomal całkowite zadanie połączenia k. ramiennej z nadgarstkiem. K. łokciowa zaczyna coraz bardziej ograniczać się do swego końca górnego, biorącego udział wraz z końcem górnym k. promieniowej w nawiązaniu łączności podramienia z k. ramienną.

U ssaków o kończynie chwytnej część górna trzonu posiada kształt walcowaty w części dolnej zaś przybiera postać pryzmatyczną (rys. 331).

U Kopytnych trzon na całej swej długości jest naprzedzie i po bokach walcowato wypukły natomiast wtyle wykazuje powierzchnię płaską, na którą nakłada się trzon kości łokciowej. Godnym podkreślenia jest fakt, iż u ssaków tych trzony kości śródręcza wykazują bardzo zbliżone ukształtowanie! Według A. C h a u v e a u kość promieniowa osła jest silniej wygięta aniżeli ma to miejsce u konia.

Nieco spłaszczony w kierunku strzałkowym — k o n i e c d o l n y *(extremitas inf.)* kończy się wdole obszerną poprzecznie ustawioną — p o w i e r z c h n i ą s t a w o w ą n a d g a r s t k o w ą *(facies articularis carpea)* (rys. 335), na której widnieją dwa (u człowieka, Mięsożernych i u Świniowatych) lub trzy (Przeżuwacze, Koniowate) bloczkowate zagłębienia, przeznaczone do połączenia z tyluż kostkami nadgarstka (p. budowa nadgarstka!).

Po stronie przyśrodkowej nasada dolna tworzy tępy — w y r o s t e k r y l c o w a t y k o ś c i p r o m i e n i o w e j *(proc. styloideus radii)* nato-

miast po stronie bocznej zarysowywuje się walcowate — wcięcie łokciowe *(incisura ulnaris radii)*, w którem mieści się główka kości łokciowej. U Przeżuwaczy i u Koniowatych naskutek zrostu obu nasad dolnych kości podramienia, wspomniane wcięcie, oczywiście, nie występuje (rys. 334).

Powierzchnia tylna nasady dolnej jest płaska, natomiast na powierzchni przedniej widnieją dwie lub trzy (u Koniowatych) pionowe — brózdy ścięgnowe *(sulci tendinei)* (rys. 335).

B. Kość łokciowa *(ulna)*. Z trzech zasadniczych części kości łokciowej — końca dolnego, — trzonu i — końca górnego, jedynie ten ostatni zachowuje w przybliżeniu te same stosunki u wszystkich ssaków, albowiem dwie pozostałe części, t. j. trzon i koniec dolny wykazują u ssaków o podramieniu ustalonem (Koniowate, Przeżuwacze) bardzo daleko idące uwstecznienie. Poszczególne etapy owego uwstecznienia możemy śledzić krok za krokiem w rozwoju rodowym Koniowatych (rys. 337).

Dla ogólnej orjentacji należy mieć na uwadze, że w stosunku do kości promieniowej kość łokciowa zajmuje położenie bardziej tylne i bardziej boczne. Rzuca się to w oczy przedewszystkiem w części górnej podramienia (rys. 334).

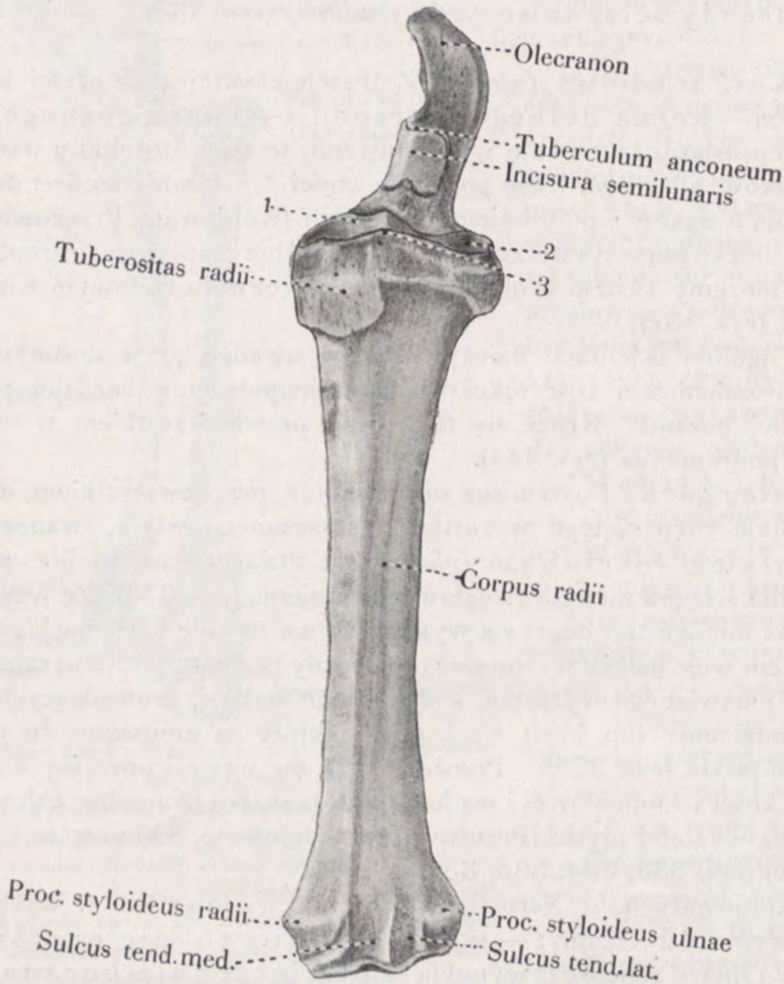
Koniec górny *(extremitas sup.)* cechuje, przedewszystkiem, obecność silnie rozwiniętego wyrostka umieszczonego wtyle, zwanego — wyrostkiem łokciowym *(olecranon)* służącego za miejsce przyczepu dla ścięgna mięśnia trójgłowego ramienia (rys. 333). Ze względu na to, iż mięsień ten odgrywa wyjątkowo ważną rolę w ruchach grzebnych, tem więc należy wytłumaczyć znaczny rozrost punktu przyczepu, a więc omawianego wyrostka, u wszystkich ssaków, prowadzących żywot podziemny (np. kret) wzgl. u tych które są zmuszone do rycia jam lub jaskiń (rys. 325). Położony jest on wtyle i powyżej nasady górnej kości promieniowej i ma kształt bądź stożka (Naczelne, człowiek) bądź też wygiętej płytki (Przeżuwacze, Koniowate, Świniowate i Mięsożerne) (rys. 333, 334, 335, 336).

U Koniowatych, u Narostkowców i u Świniowatych w wyrostku łokciowym rozróżniamy: — wklęsłą powierzchnię przyśrodkową *(facies concava)*, wypukłą — powierzchnię boczną *(facies lat.)*, tępą — krawędź tylną *(margo post.)* i wygiętą — krawędź przednią *(margo ant.)*, która u Koniowatych kończy się ostrym występem — guzkiem łokciowym *(tuberculum anconaeum)* (rys. 334, 335).

U Przeżuwaczy na krawędzi przedniej wyrostka widnieje płytkie

wcięcie, oddzielające od siebie dwa niewielkie guzki — przedni od — tylnego i wreszcie u Mięsożernych wyrostek jest wyposażony w trzy podobne guzki (rys. 329).

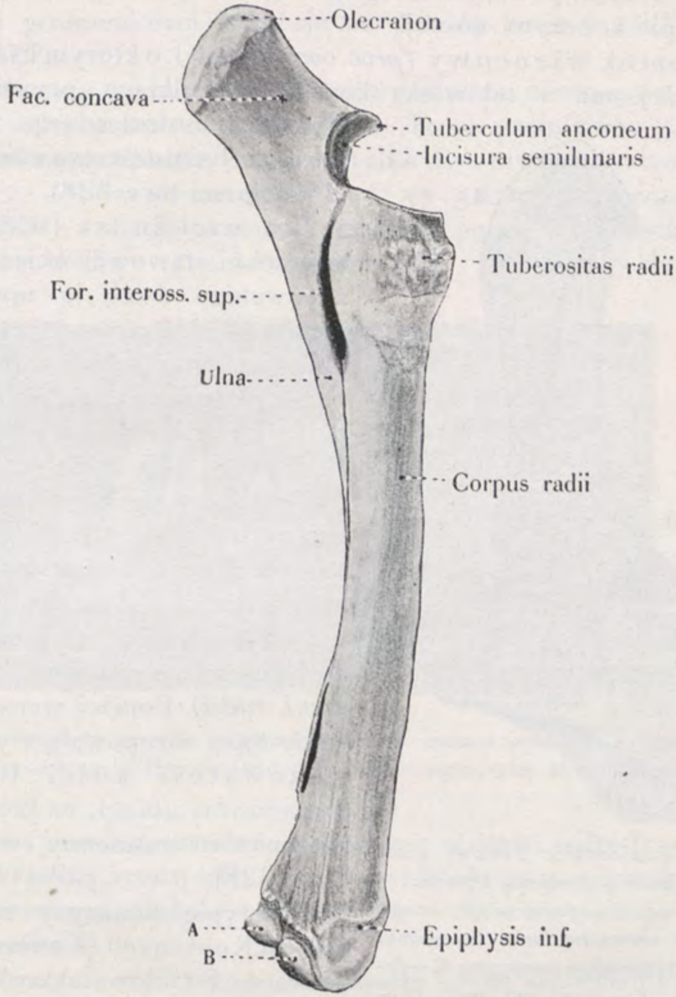
Charakterystyczne ukształtowanie powierzchni przyśrodkowej wyrostka łokciowego umożliwia łatwe odróżnienie kości prawej od lewej.



Rys. 335. Lewe podramię konia, widziane od przodu.
1 — *fovea art. med.*; 2 — *fovea art. let.*; 3 — *tbc. praearticulare.*

Podstawę wyrostka rzeźbi od przodu głębokie walcowate — wcięcie półksiężycowate *(incisura semilunaris)*, służące do stawowego połączenia z bloczkiem kości ramiennej (rys. 329, 334, 335).

W podramieniu typu wolnego (człowiek) wcięcie półksiężycowate jest silnie wysunięte ku przodowi, obejmując całą powierzchnię górną nasady i przechodząc aż na powierzchnię tylną t. zw. — wyrostka wieńcowego *(proc. coronoideus)*, natomiast w podramieniu nieusta-



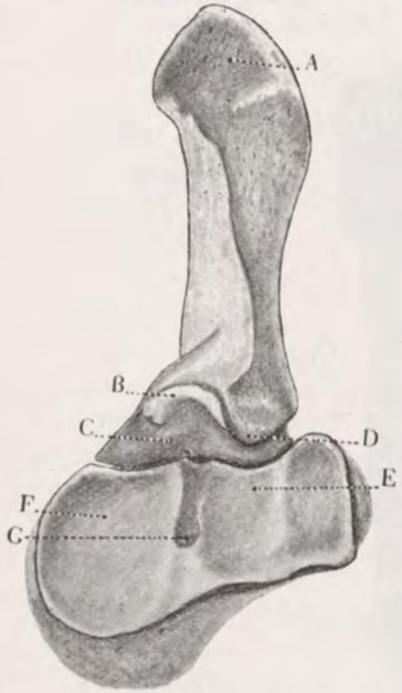
Rys. 336. Podramię konia, widziane od strony przyśrodkowej.
A, B — *facies artic. carpea.*

lonem (Mięsożerne), a zwłaszcza w typie ustalonym (Kopytne), powierzchnia stawowa wcięcia półksiężycowatego jest zepchnięta wraz z całą nasadą ku tyłowi w obręb wyrostka łokciowego gdzie zajmuje stosunkowo bardzo ograniczone pole, oddzielone szeroką bróżdą

poprzeczną *(sulcus interarticularis transversus)*, od powierzchni bloczkowej kości promieniowej położonej naprzedzie (rys. 336).

Temu to właśnie ograniczeniu powierzchni zetknięcia kości łokciowej z kością ramienną należy przypisać tak znaczne, o charakterze wyrównawczym, powiększenie powierzchni stawowej kości promieniowej w typie kończyny nośnej!

Wyrostek wieńcowy *(proc. coronoideus)*, o którym była wzmianka powyżej, ma u człowieka kształt niewielkiego, pryzmatycznego występu, umieszczonego tuż przed powierzchnią stawową ramienną kości łokciowej (rys. 328).



Rys. 336. Powierzchnie stawowe górne lewych kości podramienia konia.
A — *olecranon*; B — *facies artic. ulnae*; C — *sulcus interarticularis transversus* R. P.; D — *tuberculum anconeum*; E — *fovea art. lat.*; F — *fovea art. med.*; G — *sulcus sagittalis.*

Bez względu na wielkość powierzchni stawowej wcięcia półksiężycowatego dzieli ją zawsze tępy, strzałkowo i pionowo ustawiony grzebień na dwa pola stawowe wtórne: — pole boczne *(fovea lat.)* i — pole przyśrodkowe *(fovea med.* R. P.) (rys. 335, 336).

Poniżej wcięcia widnieje u Naczelnych i u Mięsożernych walcowate — wcięcie promieniowe *(incisura radialis ulnae)*, w którem spoczywa — obwód stawowy kości promieniowej *(circumferentia articul. radii)*. Poniżej wcięcia znajdujemy tępą, chropowatą wyniosłość — guzowatość kości łokciowej *(tuberositas ulnae)*, na której kończy się mięsień ramienny wewnętrzny (rys. 328).

W typie kończyny ustalonej, a więc u Kopytnych (Koniowate, Przeżuwacze, Swiniowate), naskutek unieruchomienia kości promieniowej, wcięcie promieniowe kości łokciowej oraz guzowatość kości łokciowej nie występują (rys. 335).

Trzon kości łokciowej *(corpus ulnae)* jest dobrze wykształcony tylko w typie wolnym (człowiek) i w typie nieustalonym (Mięsożerne) podramienia, a zpośród Kopytnych jedynie u Świniowatych. Przedziela go od trzonu kości promieniowej szeroka (człowiek) lub

wąska (Mięsożerne, Świniowate) — przestrzeń międzykostna podramienia *(spatium interosseum antebrachii)*, wypełniona przez pasma wiązadłowe (rys. 328). O znaczeniu owej przestrzeni była mowa uprzednio!

W położeniu nawrotnem (pronacyjnem) podramienia człowieka, trzon kości promieniowej krzyżuje od przodu trzon kości łokciowej (rys. 326, 327).

U Przeżuwaczy trzon ulega bardzo wyraźnemu uwstecznieniu i zrasta się na całej przestrzeni z trzonem kości promieniowej, tak, iż z przestrzeni międzykostnej pozostają tylko dwa otwory: jeden umieszczony wgórze — otwór międzykostny górny *(for. interosseum sup.)* (rys. 334) i drugi mniejszy, położony poniżej, — otwór międzykostny dolny *(for. interosseum inf.)*. Nie należy do rzadkości



Rys. 337. Na stepowych równinach Colorado szczęśliwy znalazca wydobywa ze skalnych okowów mjoceńskiego ✝ *Hypohippus'a* (✝ *Palaeohippidae)* (wg. H. F. Osborn'a).

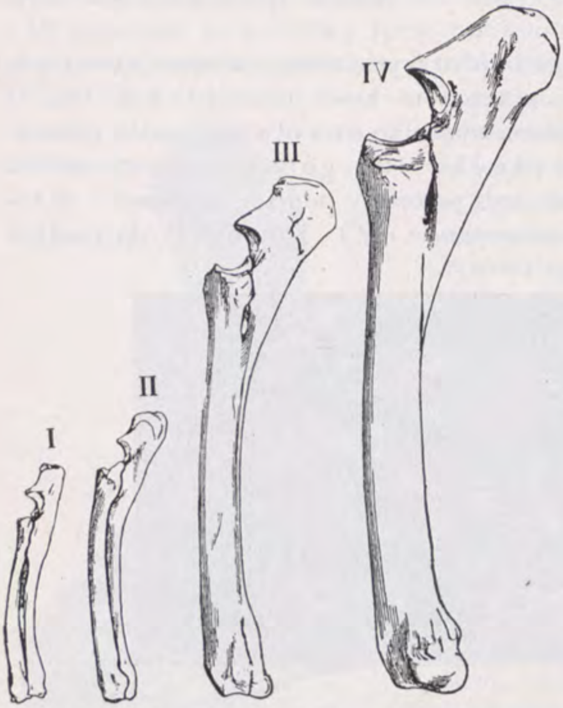
obecność i trzeciego otworu, położonego w części pośrodkowej podramienia. Wzdłuż zrostu obu trzonów widnieje na powierzchni bocznej podramienia podłużnie ciągnący się — rowek naczyniowy *(sulcus vasculosus)*.

U Koniowatych zanik trzonu jest jeszcze silniej zaznaczony, posiada on kształt długiej iglicy, ostrzem zwróconej ku dołowi i nie sięgającej nasady dolnej, a ponadto zrasta się na całej przestrzeni z płaską powierzchnią tylną kości promieniowej. Jedyną pozostałość po przestrzeni międzykostnej stanowi szczelinowaty — otwór międzykostny *(for. interosseum)*, widniejący w części górnej podramienia (rys. 336).

U Świniowatych trzon kości łokciowej pozostaje wolny choć mechanicznie unieruchomiony na całej przestrzeni i nie wykazuje cech

uwstecznienia. Przestrzeń międzykostna jest bardzo wąska, stykające się zaś powierzchnie kości wykazują na całej przestrzeni chropowatości (rys. 333). Zupełnie podobne stosunki znajdujemy u Gryzoni, u których również kość łokciowa przylega ściśle do kości promieniowej.

Koniec dolny kości łokciowej *(extremitas inf.)* kończy się u Naczelnych, Mięsożernych, Świniowatych i u Gryzoni niewielką — powierzchnią stawową *(facies articularis carpea)*, umieszczoną na nieco wyższym poziomie aniżeli jednoimienna powierzchnia kości promieniowej (rys. 328). Bocznie od niej widnieje krótki — wyrostek rylcowaty kości łokciowej *(proc. styloideus ulnae)*, którego w żadnym razie nie należy utożsamiać z leżącym po stronie przyśrodkowej — wyrostkiem rylcowatym kości promieniowej *(proc. styloideus radii)!* (rys. 334, 335).



Rys. 338. Przebieg uwsteczniania się k. łokciowej w rodzie Koniowatych.
Jak widać, sprawa uwstecznienia uderza przedewszystkiem w koniec dolny kości a ponadto powoduje przesunięcie się jej ku tyłowi. Wczesna utrata możności wykonywania ruchów supinacyjno-pronacyjnych wyraża się przewężeniem przestrzeni międzykostnej i wreszcie jej zanikiem nieomal zupełnym.
I— ✝ *Eohippus;* II— ✝*Mesohippus;* III— ✝*Meryhippus;* IV — *Equus caballus.* (wg. W. D. Matthew).

Powierzchnia przyśrodkowa nasady dolnej posiada u Naczelnych, Mięsożernych, u Gryzoni i u Świniowatych wypukłą powierzchnię stawową, służącą do połączenia z wcięciem łokciowem kości promieniowej *(incisura ulnaris radii)*, a która nosi nazwę — główki kości łokciowej *(capitulum ulnae)* (rys. 328).

U Przeżuwaczy nasada dolna kości łokciowej jest całkowicie zrośnięta z nasadą kości promieniowej, a u Koniowatych jedyną pozostałością po szczątkowej nasadzie jest nikły — wyrostek rylcowaty

boczny *(proc. styloideus lat.)*, widniejący na powierzchni bocznej nasady dolnej kości promieniowej (rys. 335).

Staw łokciowy *(art. cubiti)* jest stawem wolnym typu zawiasowego, łączącym bloczek kości ramiennej z powierzchniami stawowemi nasad górnych obu kości podramienia.

Powierzchnia stawowa bloczka *(trochlea humeri)* kości ramiennej ma kształt wycinka walca wyżłobionego dwiema płytkiemi rynienkami, ciągnącemi się od dołu wieńcowego w kierunku dołu łokciowego. Ograniczają je trzy płaskie grzebienie, o których była mowa powyżej. Cała powierzchnia stawowa jest wyciągnięta w kierunku poprzecznym i mocno wypukła w kierunku przedniotylnym (rys. 328).

Od strony podramienia widnieje wklęsła, w kierunku strzałkowym, powierzchnia stawowa — wcięcia półksiężycowego kości łokciowej *(incisura semilunaris ulnae)* oraz — powierzchnia bloczkowa kości promieniowej *(facies trochlearis radii)*.

Rozległość udziału powierzchni stawowej kości łokciowej jest w stosunku odwrotnym do obszaru stawowego drugiego składnika podramienia. Tak więc, jeżeli w typie wolnym, zadaniem związania podramienia z kością ramienną jest obarczona głównie kość łokciowa, kość promieniowa zaś pełni misję drugorzędną, w typie nieustalonym a przedewszystkiem w typie ustalonym sprawa przedstawia się wręcz odmiennie: kość promieniowa, niejako, zmonopolizowała swą obszerną powierzchnią stawową łączność z ramieniem, spychając kość łokciową, dosłownie, na plan drugi.

Szczelinowatą jamę stawową otacza ze wszech stron, cienka naprzedzie i wtyle — torebka stawowa *(capsula articularis)*. Wzmacniają ją po bokach: więzadło poboczne promieniowe i więzadło poboczne łokciowe.

Więzadło poboczne promieniowe albo — przyśrodkowe *(lig. collaterale radiale s. mediale)* ma kształt szerokiej wstęgi, ciągnącej się od dołka więzadłowego nadkłykcia przyśrodkowego kości ramiennej do powierzchni przyśrodkowej nasady górnej kości promieniowej.

Więzadło poboczne łokciowe albo — boczne *(lig. collaterale ulnare s. laterale)* jest mocniejsze od poprzedniego. Rozpoczyna się ono wgórze w dołku więzadłowym nadkłykcia bocznego kości ramiennej skąd zdąrza wdół, kończąc się na powierzchni bocznej nasady górnej kości promieniowej (u człowieka na krawędzi przyśrodkowej wcięcia półksiężycowego kości łokciowej!).

Mechanika stawu łokciowego. Jak w każdym stawie zawiasowym, a więc i w stawie łokciowym, możliwemi są tylko dwa ruchy, odbywające się

w płaszczyźnie strzałkowej. Są to: — zginanie *(flexio)* i — prostowanie *(extensio)*. Jest to więc staw o 1^0 ruchomości. Zasługuje na podkreślenie, iż w czasie zginania kość promieniowa, pociągając za sobą kość łokciową, odchyla się nieco wbok, a to naskutek spiralnego przebiegu grzebieni bloczka kości ramiennej. Ruchy te są regulowane względnie hamowane, po osiągnięciu dozwolonego zakresu, przez mięśnie, przyczem zginanie ogranicza mięsień trójgłowy ramienia, natomiast nadmiernemu wyprostowaniu przeciwstawia się mięsień dwugłowy ramienia.

Sposób rozmieszczenia więzadeł oraz stan torebki stawowej (cienka, gruba, napięta, wolna) stawów typu zawiasowego wypływa z samej logiki rzeczy: więzadła czyli miejscowe zgubienia torebki stawowej, rozwijają się w »punktach mechanicznie martwych« t. j. w miejscach niepodlegających większym odchyleniom, natomiast w punktach stawu bardzo ruchomych musi się rozwinąć torebka o ścianach cienkich i wiotkich. Podobny układ stosunków ma miejsce we wszystkich stawach o 1^0 ruchomości!

Stawy promieniowołokciowe *(artt. radioulnares)* występują jedynie w podramionach typu nieustalonego (Mięsożerne) i wolnego (człowiek) i mają za zadanie połączenie ruchome obu kości podramienia między sobą.

Rozróżniamy dwa stawy promieniowołokciowe: — górny i — dolny oraz więzozrost wypełniający przestrzeń międzykostną — błoną międzykostną.

Staw promieniowołokciowy górny *(art. radioulnaris sup.)* łączy wcięcie promieniowe kości łokciowej z obwodem stawowym główki kości promieniowej *(circumferentia artic. radii)*. Cienką torebkę stawową wzmacnia — więzadło obrączkowate *(lig. annulare)*, obejmujące nakształt pętli szyjkę kości promieniowej i przytwierdzające się na krawędzi przedniej i tylnej wcięcia promieniowego kości łokciowej. Jama stawowa komunikuje się z jamą stawu łokciowego.

Staw promieniowołokciowy dolny *(art. radioulnaris inf.)* ma za zadanie połączenie powierzchni stawowej główki kości łokciowej z wcięciem łokciowem kości promieniowej. Z powyższego wynika, że ukształtowanie tego stawu musi być wręcz odmienne od stosunków panujących w stawie promieniowołokciowym górnym. Istotnie, podczas, gdy w tym ostatnim powierzchnię wklęsłą tworzy kość łokciowa (wcięcie promieniowe kości łokciowej!), w stawie promieniowołokciowym dolnym powierzchnię wydrążoną wykazuje kość promieniowa (wcięcie łokciowe kości promieniowej!).

Napiętą torebkę stawową wzmacnia od dołu, t. j. od strony nadgarstka, mocne — więzadło międzykostne *(lig. interosseum)* ciągnące się od wierzchołka wyrostka rylcowatego kości łokciowej do krawędzi dolnej wcięcia łokciowego kości promieniowej. U człowieka

więzadło międzykostne przyjmuje postać trójkątnej — chrząstki stawowej *(discus articularis s. cartil. triangularis)*, wyłączającej powierzchnię stawową kości łokciowej od udziału w stawie nadgarstkowym.

Błona międzykostna *(membrana interossea)* wypełnia przestrzeń międzykostną i składa się z krótkich włókien, ciągnących się od kości promieniowej ukośnie wdół i bocznie do krawędzi kości łokciowej. Znaczenie mechaniczne błony w podramieniu wolnem jest dosyć złożone: służy ona do zapewnienia łączności między dwiema kośćmi podramienia, stanowi miejsce przyczepu mięśni i wreszcie przenosi ciśnienie wywierane na kość promieniową podczas skoków względnie uderzeń na kość łokciową (zwrócić uwagę na swoisty kierunek włókien błony!).

U Bezobojczykowców *(Aclavicularia)* rola błony międzykostnej sprowadza się do utrzymania w stałem położeniu kości podramienia; zresztą wykazuje ona u nich daleko sięgające uwstecznienie.

Mechanika stawów promieniowołokciowych. Obydwa stawy są stawami wolnemi typu obrotowego *(art. trochoides)* i pod względem mechanicznym stanowią nierozerwalną całość. Odbywa się w nich u Obojczykowców ruch obrotowy kości promieniowej dookoła osi ciągnącej się ukośnie przez główkę kości promieniowej i główkę kości łokciowej. W ten sposób z położenia zwykłego — nawrotnego podramienia przechodzi ono w — położenie odwrotne (rys. 326).

Poszczególne fazy ruchu łatwo zaobserwować na własnem podramieniu: 1) w położeniu nawrotnem *(pronatio)* dłoń jest skierowana ku tyłowi wzgl. ku dołowi, a palec pierwszy jest położony przyśrodkowo (k. promieniowa krzyżuje k. łokciową!) (rys. 327 C); 2) położenie ksobne *(positio intermedia)* dłoń jest zwrócona dośrodkowo a palec pierwszy ku przodowi (rys. 337 B); 3) położenie odwrotne *(supinatio)* dłoń kieruje się ku przodowi, palec pierwszy wbok (k. promieniowa jest ułożona równolegle do k. łokciowej!) (rys. 327 A). Tak się przedstawia zakres ruchów u człowieka.

U ssaków o ramieniu nieustalonem (Mięsożerne) ruchomość stawów promieniowołokciowych jest bardziej ograniczona i da się wyrazić pod postacią następującego wzoru:

Położenie nawrotne	⇄	Położenie ksobne
(pronatio)		*(posito intermedia)*
albo spoczynkowe		np. podczas przytrzymywania zdobyczy.

4. Ręka.
(Manus s. autopodium ant.).

W skład ręki wchodzą: 1) — nadgarstek *(carpus s. propodium)*; 2) — śródręcze *(metacarpus s. metapodium ant.)* oraz — 3) — palce rąk *(digiti manus s. acropodium ant.)* (rys. 339).

Jak już była mowa uprzednio, przy omawianiu rozwoju osobniczego kończyn, z owych trzech odcinków jedynie palce podlegają u większości ssaków wyosobnieniu z ram miąższu ręki albowiem zarówno nadgarstek jak i śródręcze tworzą jedną wspólną płytkę, w której możemy rozróżnić — płytkę nadgarstkową *(lamina carpea* R. P.) i zazwyczaj dłuższą — płytkę śródręczną *(lamina metacarpea* R. P.). Obydwie płytki wykazują budowę promienistą, z tem jednak, że w nadgarstku owa budowa ulega, w większym lub w mniejszym stoppniu, zatarciu i jedynie płytka śródręczna zachowuje wyraźną budowę pierwotną, a to dzięki obecności podłużnych — przestrzeni międzykostnych śródręcza *(spatia interossea metacarpi)*, oddzielających od siebie poszczególne promienie kości śródręcza (rys. 347).



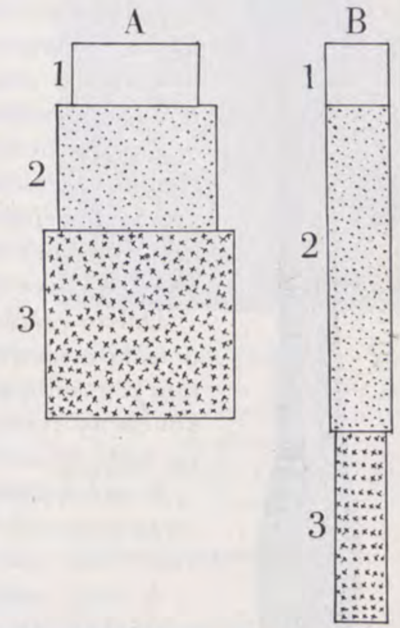
Rys. 339. Lewe *autopodium* człowieka, widziane od strony grzbietowej.
A — część palcowa niewyosobniona; B — płytka śródręczna *(lamina matacarpea)*; C — płytka nadgarstkowa *(lamina carpea)*; D — podramię. Ręka ludzka stała się tak dokładnem narzędziem nietylko dzięki znacznemu wyosobnieniu palców i przeciwstawności palca I ale przedewszystkiem naskutek niebywałego rozwoju kory mózgowej! Wszak między końcami palców i przedmiotem dotykanym wciska się jeszcze coś, co jest trudno wyrażalnem, a co ujmujemy pod nazwą osobowości.

Podział ręki na wymienione trzy odcinki nie może być chwilowo rodowódowo wytłumaczony, aczkolwiek występuje on u wszystkich Lądowców, pod względem czynnościowym jednak znajduje następujące uzasadnienie. Otóż, — płytka nadgarstkowa jest niewątpliwie tym odcinkiem, który z jednej strony wzmaga ruchomość całej ręki (zwłaszcza u ssaków o typie ustalonym podramienia!) a z drugiej służy jako niwecznik wstrząsów oraz ciągnień; — płytka śródręczna tworzy powierzchnię oparcia wzgl. chwytu i wreszcie — upalczenie zapewnia bezpośredni związek czynny ze światem zewnętrznym. Tem należy wytłumaczyć, że ze wszystkich odcinków ręki właśnie upalczenie jest najbardziej miarodajnym wskaźnikiem charakteru i własności kończyny.

W pewnym związku z powyższem, niezawsze jadnak udające się

ująć w ścisłe określenie, są stosunki wielkościowe poszczególnych części ręki. A więc, stosunki długościowe i szerokościowe, albowiem stosunki grubościowe, zdaje się że, nie odgrywają większej roli. Otóż, jeżeli chodzi o stosunki długościowe to najczęściej odcinkiem najdłuższym jest — płytka palcowa *(lamina digitalis* R. P.) natomiast pod względem szerościowym daje się zauważyć pewne współzawodnictwo między płytką śródręczną i płytką palcową, które w niektórych razach przechyla się na korzyść śródręcza a w innych na korzyść palców. Jeżeli chodzi wreszcie o płytkę nadgarstkową to jest ona zawsze najkrótszym i najwęższym odcinkiem ręki a pozatem wykazuje, pod wielu względami, największą zachowawczość.

Biorąc obecnie pod uwagę jednocześnie zarówno stosunki długościowe jak i stosunki szerokościowe otrzymujemy pojęcie stosunków powierzchniowych ręki. Otóż, mogą się one przedstawiać bardzo różnorodnie (rys. 340) a to w ścisłej zależności od roli czynnościowej ręki. Wystarczy porównać stosunki powierzchniowe *autopodium* człowieka z *autopodium* Koniowatych i Rękoskrzydłych lub Płetwonogich i Syrenowatych.



Rys. 340. Stosunki powierzchniowe ręki człowieka (A) i ręki Koniowatych (B), sprowadzone do tego samego wymiaru długościowego nadgarstka (1). Schemat. 1 — płytka nadgarstkowa *(lamina carpea)*; 2 — płytka śródręczna *(lamina metacarpea)*; 3 — powierzchnia palcowa.
Na podstawie powyższego graficznego zestawienia możemy stwierdzić że u Koniowatych (B), w porównaniu do stosunków zachodzących u człowieka (A), daje się stwierdzić: a) zmniejszenie powierzchni nadgarstkowej; b) wydłużenie płytki śródręczej z jednoczesnem jej przewężeniem (strącenie kości śródręcznych pobocznych!); c) zmniejszenie powierzchni palcowej (strącenie palców pobocznych). W. p.:

$$\frac{\beta + III + \delta}{\beta + III + \delta}.$$

Wiadomości wstępne. Jak już wiemy — ssaki pierwotne *(Mammalia primitiva)*, pod wielu względami zbliżone do współczesnych Owadożernych, należały do istot — pięciopalczastych *(pentadactyla)*. Typ ten należy uważać za punkt wyjściowy dla bardzo różnorodnych przeistoczeń wtórnych, którym uległa ręka ssaków później-

szych pod wpływem odmiennych warunków życia. Należy dalej zauważyć, że ręka ssaka pierwotnego należała do — typu chwytnego (bytowanie nadrzewne!), w którym palec pierwszy (I) miał możność — przeciwstawiania się *(oppositio)* palcom pozostałym, co nie było bez znaczenia w mechanice utrzymywania równowagi na konarach drzew.

Podobne stosunki obserwujemy i obecnie u Naczelnych, a przedewszystkiem u człowieka (rys. 339).

Zmiana bytowania nadrzewnego na bytowanie naziemne, właściwe większości ssaków, spowodowało przekształcenie ręki chwytnej w — typ ręki nośnej, służącej więc do podtrzymania ciężaru przedniego odcinka tułowia (rys. 341).

Dalsze różnicowanie się kończyny przedniej kroczy u ssaków czworonogich takiemiż samemi drogami, na których odbywają się przekształcenia dostosowawcze kończyny tylnej, a przeto poniżej podane uwagi tyczyć się będą grosso modo obydwu par kończyn.

Z tem ważnem zastrzeżeniem jednak, że przekształcenia dostosowawcze kończyny tylnej zawsze wyprzedzają stan rozwoju kończyny przedniej!

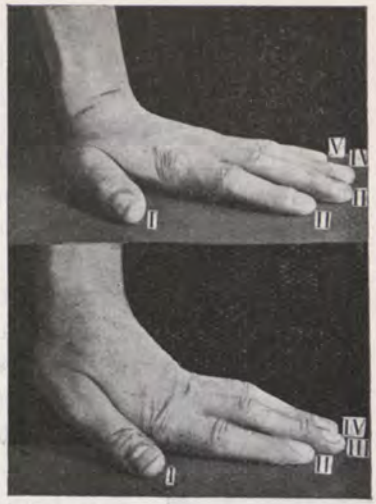
A więc, początkowo ręka opierała się całą swą powierzchnią dłoniową *(palma)* na podłożu, co jest równoznaczne z tem, że wszystkie jej trzy odcinki, t. j. — nadgarstek, — śródręcze i — palce były ustawione poziomo (rys. 342 A). Tego rodzaju stosunki napotykamy u ssaków — stopochodnych *(plantigrada s. palmigrada)*. Jako przykład istoty stopochodnej mogą służyć Niedźwiedziowate (rys. 343), Naczelne i większość Owadożernych.

Ze względu na to, że ssaki pierwotne były istotami stopochodnemi wynika z tego, że właśnie stopochodność stanowi cechę pierwotną a że natomiast wszystkie inne postacie opierania się o podłoże, następywania, są postaciami pochodnemi, wtórnemi a które mogły się rozwinąć do-



Rys. 341. Ręka sarny *(Cervus capreolus* L.), widziana od strony dłoniowej. W(zór) p(alcowy): $\frac{\beta + (III = IV) + \varepsilon}{\beta + (III = IV) + \varepsilon}$ Przyroda zna bardzo dużo najróżnorodniejszych rozwiązań morfologicznych! Bo i w czem ręka, mogącej jak strzała sunąć, sarny zdradza podobieństwo z ręką ludzką (rys. 339)? A jednak jest to ta sama ręka lecz o uwstecznionych palcach pobocznych (II i V) i o niepomiernie wydłużonem śródręczu złożonem (III + IV)!

piero naskutek zmiany środowiska nadrzewnego na środowisko naziemne. Ono to, jako wykazujące duże urozmaicenie pod względem terenowym stało się przyczyną odkształcenia od typu pierwotnego, odchyleń o których będzie teraz mowa.



Rys. 342. A i B. Zobrazowanie przebiegu odrywania się od podłoża nadgarstka *(basipodium)* i śródręcza *(metapodium)*.
A — (rys. górny) — postawa stopochodna); B (rys. dolny) — postawa półstopochodna *(metapodium* zawieszone w powietrzu!).

Otóż, w miarę tego, jak najprzeróżnorodniejsze warunki życia (wyszukiwanie pożywienia na dużych obszarach, brak narządów obronnych i t. p.) zmusiły niektóre z ssaków do zwiększenia szybkości biegu, kończyny stopochodne (zarówno przednie, jak i tylne) zaczęły przyjmować inne położenie, przedstawiające korzystniejsze warunki w »walce z przestrzenią«. Chodziło oczywiście o wydłużenie kończyn, przez co i wielkość kroku uległaby powiększeniu. Wydłużenie takie możnaby otrzymać na drodze równomiernego powiększenia wszystkich odcinków kończyny (ramienia, podramienia i ręki) byłoby to jednak związane z nieekonomicznym rozrostem mas mięśniowych, przeto tenże sam wynik został osiągnięty w ustroju na innej podstawie, powiedziałbym »mniejszym kosztem«. Zwiększenie długości kończyny zostało uskutecznione przez uniesienie części tylnej ręki (wzgl. stopy, a często i dzięki wydłużeniu odcinka środkowego ręki t. j. — śródręcza (u Kopytnych!) (rys. 1, 319).



Rys. 342 C. Dalsza faza pjonizacji autopodium: postawa półpalcochodna (palce I i V zdążyły się już oderwać od podłoża!).

Sprawa przedstawia się w sposób następujący: początkowo odrywa się od podłoża i unosi się — nadgarstek (półstopochody — *semiplantigrada!)* wślad za którym podąża zazwyczaj — śródręcze (półpalochody — *semidigitigrada!)* i wreszcie dwa pierwsze człony palców (rys. 342C). W tym stanie rzeczy kończyna opiera się li tylko na ostatnim czyli na trzonie trzeciego człona palca (palcochody — *digitigrada)* (rys. 342D).

Tak więc, większość spośród współczesnych Mięsożernych opiera się już tylko na trzecich

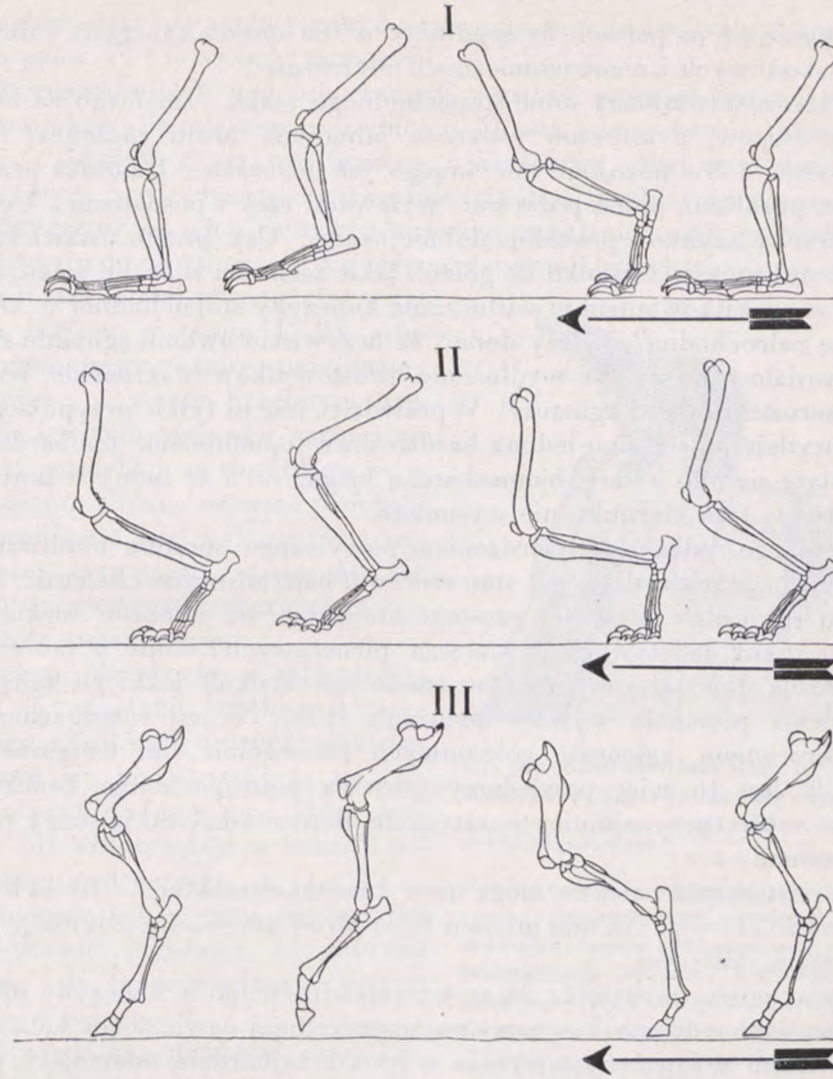
członach palców są więc — palcochodami *(digitigrada)* podczas, gdy pozostałe odcinki ręki: dwa pierwsze człony palców, śródręcze i nadgarstek są wysoko uniesione ponad poziom podłoża i leżą w przedłużeniu podramienia (rys. 22, 273, 283, 290, 291, 342E).

Ostatnim etapem zmian przystosowawczych palców ssaków jest tego rodzaju uniesienie trzeciego członu palca, iż ostatecznie opiera się on na podłożu li tylko na swym końcu wolnym (rys. 342E). Jest to, oczywiście, maximum które jest w tym kierunku do osiągnięcia a które się wyraża, między innemi, najdalej posuniętem ograniczeniem powierzchni zetknięcia kończyny z podłożem! Ograniczenie to jest w gruncie rzeczy równoznaczne ze znacznem powiększeniem ciśnienia na 1 cm^2 powierzchni końca palca, wywołującem natężony wzrost warstwy rogowej naskórka, który powoduje powstanie swoistego narządu ochronnego, zwanego — narządem kopytowym. Z tego to właśnie powodu ssaki, posiadające swe palce wpełni spjonizowane noszą nazwę — kopytochodów *(unguligrada)*. Dla ścisłości muszę tutaj zaznaczyć, iż jednak nie wszystkie — Kopytowce *(Ungulata)* osiągają pełnię pjonizacji palców i ukształtowania narządów kopytowych i że pod tym względem dadzą się stwierdzić bardzo poważne różnice, między takiemi np. Góralkowatemi *(Hyracoidea)* (p. tom I, str. 47) i Koniowatemi, co się wypowiada również i w odmiennych technikach przemieszczalności.



Rys. 342. D. Postawa palcochodna daleko posunięta (prawie jak u *Equidae!)*. Wszystkie palce, za wyjątkiem palca III, uległy oderwaniu od podłoża.

Sprawę pjonizacji palców możnaby sobie przedstawić poglądowo w sposób następujący. Jeżeli prawdą jest że w każdym z nas, ludzi, tkwi spory rozdział anatomji, który w wielu przypadkach może być pomocniczy dla zrozumienia anatomji innych ssaków (i odwrotnie!!!), to może analiza kończyn dolnych człowieka mogłaby naprowadzić na drogę właściwą. Otóż, jeżeli będziemy śledzić kolejne fazy chodu stopochodnego człowieka to zauważymy z łatwością, że jest chwila w której stopa odrywając się od podłoża ulega silnemu zgięciu w stawie goleniowostępowym i że końcowym etapem jest wreszcie zgięcie palców. Stopa opuszcza podłoże w stanie zgięcia palców — oto formuła którą warto wziąść pod uwagę. A jeżeli teraz zamiast chodu będziemy obserwować bieg, to wszak niepodobieństwem jest biec na dłuższym dystansie mając stopę ustawioną pod kątem prostym w stosunku do goleni...



Rys. 342E. Cztery kolejne fazy ruchu kończyn tylnych: I stopochodnego *Ursus arctos;* II palcochodnego *Felis tigris* L.; III kopytnochodnego k o n i a (wg. Sewertzoff'a). Odnośne wzory palcowe przedstawiają się następująco:

$$I = \frac{I = II = III = IV = V}{I = II = III = IV = V};\ II = \frac{a + II + \langle III = IV \rangle + V}{II + \langle III = IV \rangle + V};\ III = \frac{\beta + III + \delta}{\beta + III + \delta}.$$

Strzałki oznaczają kierunek ruchu kończyn. Szczególną uwagę należy zwrócić na falisty przebieg ruchu główki kości udowej (różnica w poziomach odgrywa rozstrzygającą rolę w wielkości p r a c y, wykonywanej przez kończynę!), na odmienną postać ruchu w stawie kolanowym i wreszcie na zachowanie się *autopodium.*

Sprawa pjonizacji kończyn przednich przedstawia się zupełnie podobnie i z tego to powodu niniejszy rysunek został umieszczony w tem miejscu.

Biegnie się na palcach by wydłużyć w ten sposób kończyny i uniknąć szkodliwych i nieekonomicznych wstrząsów!

A teraz, wyobraźmy sobie stopochodnego ssaka, rzuconego na bezkresy stepów, a któremu przyroda odmówiła broni zaczepnej lub ochronnej... Nie pozostaje nic innego jak ucieczka... Ucieczka przed kłami, pazurami, przed pożarami, wylewami rzek i posuchami... Uciekać trzeba szybko i prawdopodobnie często! Czy przeto ustawicznie zginanie stopy w stosunku do goleni, jakie zachodzi w czasie biegu, nie było zapoczątkowaniem przeistoczenia kończyny stopochodnej w kończynę palcochodną? Należy dodać, że oczywiście owemu zginaniu stopy musiało towarzyszyć wydłużenie prostowników i skrócenie wraz z przerostem mięśni zginaczy! Wprawdzie jest to tylko przypuszczenie, wydaje mi się ono jednak bardzo prawdopodobnem, tembardziej że wiąże się ono ściśle z bjomechaniką biegu, no i że żadnych innych hipotez w tym kierunku nie wysunięto.

Pewnego rodzaju potwierdzeniem powyższego sposobu ujmowania przebiegu przekształceń jest stan rzeczy u baletmistrzów i baletnic. Jak łatwo stwierdzić, naskutek częstego unoszenia się w czasie wykonywania figur baletowych (zwlaszcza piruetowych!) stopy u tancerzy wykazują stan stalego (nawet w czasie spoczynku!) lekkiego zgięcia, a golenie posiadają wysokie położenie łydki, co jest równoznaczne ze skróceniem zginaczy goleniowych (szczególnie m. trójglowego łydki!). Jest to więc powiedzmy postawa półstopochodna kończyn, która może, przynajmniej teoretycznie, doprowadzić do postawy palcochodnej!

Przeistoczenia palcowe mogą mieć dwojaki charakter: — l i c z e b n y i — j a k o ś c i o w y. Na tem miejscu będą bliżej omówione jedynie przeistoczenia ilościowe.

Była mowa na wstępie, że ze wszystkich odcinków kończyny upalczenie, jako odcinek kośćcowy najbezpośredniej nawiązujący łączność ze światem zewnętrznym wyraża w sposób najbardziej uderzający, postawą ruchową ssaka, czynny odczyn ustroju w stosunku do podniet płynących z otoczenia...

Wypowiada się to nietylko w niebywałem zróżnicowaniu kształtów i budowy palców ale również w zmianach liczebnych, których jednak kierunek jest, powiedziałbym, nieco jednostronny: może się wyrażać i wyraża się jedynie postępowem zmniejszaniem stanu liczebnego pierwotnego! Droga w kierunku powiększenia ilości palców jest zamknięta! Możnaby na ten temat snuć różne przypuszczenia, z których każde jednak będzie zawieszone w pustce, ograniczymy się zatem do tłumaczenia (które właściwie jest tylko stwierdzeniem faktu!), że z tych czy innych

powodów ssaki nie zdołały nabyć nowego genu palcotwórczego, a więc genu palca VI i o wyższej numeracji.

W rozważaniach nad upalczeniem musi się nasunąć moc analogji ze stosunkami panującemi w uzębieniu. Wszak i tam różnicowanie się posiada dwojaki charakter: liczebny i jakościowy. Pod względem jakościowym stwierdzamy zwiększanie się ilości guzków koronowych, przeistaczanie się ich w listewki i wreszcie zespalanie się ich, prowadzące niekiedy do powstawania obrazów nader powiklanych (tom I, rys. 47). Była o tem mowa w perspektywicznym skrócie w tomie I. Jak wiemy niemniejsze różnice stwierdzamy również i w stanie liczebnym uzębienia i w tym kierunku nasuwa się daleki paralelizm ze stosunkami w upalczeniu. Krótko mówiąc, podobnie jak uzębienie jest wyrazicielem bytowania trzewnego, upalczenie jest najdostępniejszym wskazicielem bytowania zwierzęcego.



Rys. 343. *Ursus maritimus* Desm. jest, podobnie jak wszystkie *Ursidae*, stopochodem o wzorze palcowym: $\frac{I+II+III+IV+V}{I+II+III+IV+V}$. Zwrócić szczególną uwagę na charakterystyczną postawę (będącą prawdopodobnie w związku z częstem posługiwaniem się przemieszczalnością pływacką!) a zwłaszcza na profil głowy, szyi i kończyn przednich, profil który nie występuje u niedźwiedzia brunatnego (fot. dr A. Rząśnickiego).

Celem ułatwienia w zorjentowaniu się w stanie upalczenia oraz w jego stosunkach u danego ssaka będziemy się posiłkowali t. zw. — **wzorami palcowemi**, które znalazły już zastosowanie w tomie I niniejszego podręcznika.

Pozwolę sobie tutaj jeszcze raz przedstawić podstawy na których opiera się wyprowadzanie owych wzorów palcowych.

A więc, 1) — liczbami rzymskiemi (I—V) oznaczamy palce prawidłowo wykształcone, jak to ma miejsce w typie kończyny stopochodnej pierwotnej lub w budowie ręki ludzkiej (rys. 339);

2) — liczbami arabskiemi (1 — 5) cechują się palce przykrócone w stosunku do pozostałych ale które znajdują oparcie o podłoże np. palec 5 stopy ludzkiej, palce 2 i 5 rąk i stóp Psowatych;

3) — literami łacińskiemi (a, b, c, d, e), wskazujemy palce natyle przykrócone, że utraciły już związek z podłożem, nie wyzbyły się jednak członów palcowych; i wreszcie

4) — literami greckiemi (α, β, γ, δ, ε) określamy palce uwstecznione,

których jedynemi pozostałościami są szczątkowe odcinki metapodjalne (śródręcze, śródstopie!) (rys. 341).

Na tem nie koniec! Z wielu względów jest wygodnem wprowadzenie pozatem jeszcze szeregu innych oznaczeń bardziej, precyzujących wartość morfologiczną i czynnościową poszczególnych palców. Wymienimy tutaj najważniejsze:

1) palce, wykazujące wybitny przerost (np. palce III Koniowatych!), wskazujemy liczbami rzymskiemi grubemi lub zamykamy je w nawias;

2) własności przeciwstawne *(oppositio)* palców oznaczamy strzalką (→);

3) palce dotknięte syndaktylją (zrostem) zamykamy w nawiasach klamrowyh;

4) znakiem # określamy brak szpary międzypalcowej wzgl. obecność silnie rozwiniętej błony międzypalcowej;

5) znakami odpowiednio zwróconemi >< zaznaczamy wzajemne stosunki długościowe palców tegoż samego *acropodium* (p. wzór 1, 2, 3);

6) literą —R oznaczamy *praepollex,* literą —U *postminimus;*

7) znak =, umieszczony między dwoma sąsiadujące palcami, wskazuje na ich jednakowy stopień wykształcenia (p. wzór: 7, 11, 13);

8) krzyżykami łącznikowemi + określamy brak stosunków godnych zaznaczenia między sąsiadującemi palcami (p. wzór 11, 15, 22).

Biorąc powyższe pod uwagę wiele przemawia zatem, że postacią wyjściową upalczenia nadrzewnych ssaków pierwotnych były stosunki które można ująć następującym wzorem:

$$1.\quad \frac{\mathrm{I} \rightarrow \mathrm{II} < \mathrm{III} < \mathrm{IV} > \mathrm{V}}{\mathrm{I} \rightarrow \mathrm{II} < \mathrm{III} < \mathrm{IV} > \mathrm{V}}$$

z którego wynika, że palce I, zarówno rąk jak i stop, posiadały własności przeciwstawne i że najdłuższemi palcami były palce IV.

Niebawem stosunki długościowe uległy o tyle zmianom, że palcami najdłuższemi stały się palce III:

$$2.\quad \frac{\mathrm{I} \rightarrow \mathrm{II} < \mathrm{III} > \mathrm{IV} > \mathrm{V}}{\mathrm{I} \rightarrow \mathrm{II} < \mathrm{III} > \mathrm{IV} > \mathrm{V}}$$

temniemniej nader często daje się zauważyć i nadal wyraźne współzawodnictwo między palcami III i IV.

Jak się okazuje upalczenie człowieka wykazuje wiele cech pierwotnych, aczkolwiek dają się w niem dostrzeć również i zmiany wtórne:

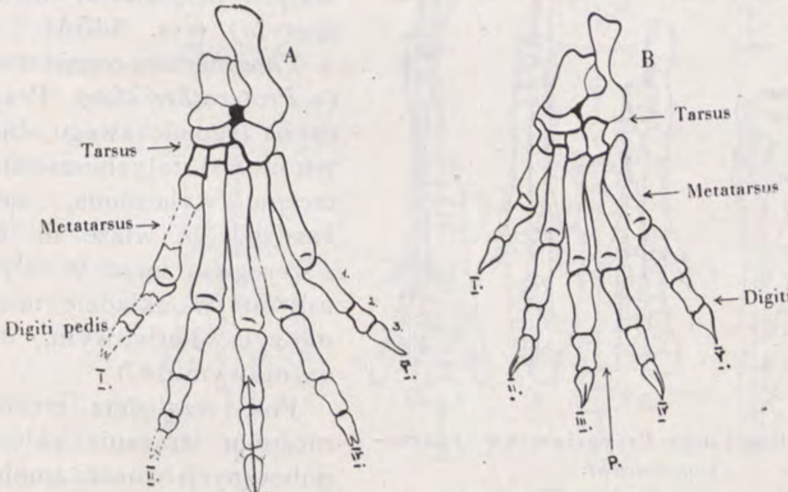
$$3.\quad \frac{\mathrm{I} \rightarrow \mathrm{II} < \mathrm{III} > \mathrm{IV} > \mathrm{V}}{\mathrm{I} >< \mathrm{II} > \mathrm{III} > \mathrm{IV} > 5}$$

a które podlegają w stopie na utracie własności przeciwstawnych palca I, na pewnem uwstecznieniu V palca i przesunięciu się przerostu palcowego z palca III w kierunku palca I i II; budowa ręki (rys. 339) nie przedstawia przekształceń godnych uwagi. W przeciwieństwie do stosunków panujących u Naczelnych wykazuje ona budowę nawskroś pierwotną.

Większe odchylenia od stanu pierwotnego dają się stwierdzić u Mięsożernych (mam na uwadze głównie *Felidae* i *Canidae!)* u których wzór palcowy przedstawia się następująco (rys. 282, 354):

$$4. \quad \frac{a + 2 + III = IV + 5}{2 + III = IV + 5}$$

a z którego wynika, że obydwie pary kończyn stały się czynnościowo wyraźnie kończynami czteropalczastemi *(mammalia tetradactyla)* i że zarówno w *acropodium* przedniem jak i w tylnem najsilniej rozwinię-



Rys. 344. Lewe stopy, widziane od strony grzbietowej ✢ Pramięsożernych: A ✢ *Limnocyon*; B ✢ *Vulparus* (wg. W. D. Matthew).

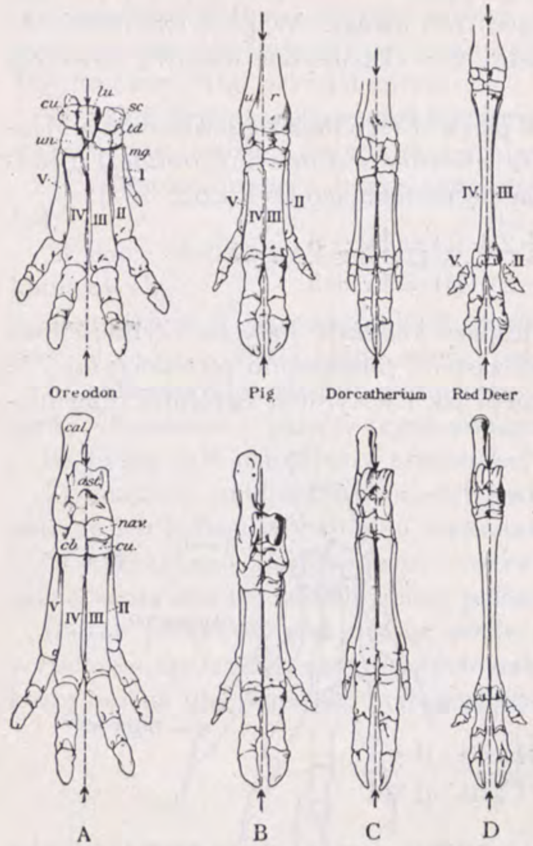
Ponieważ u ✢ *Limnocyon'a* najdłuższym palcem jest palec III a przeto jest on Śródosiowcem. U ✢ *Vulparus'a* najdłuższemi palcami są jednocześnie palce III i IV a zatem jest on Przyosiowcem. Strzałkami oznaczono kierunek ciśnienia wywieranego przez ciało na kończyny. Należy zauważyć że stosunkom palcowym na stopie odpowiadają zawsze stosunki na ręce, z czego wynika że np. ✢ *Limnocyon* posiada również i rękę typu śródosiowego.

W śródstopiu *(metatarsus)* rzucają się w oczy stosunki podstawy II kości śródręcza do stępu *(tarsus)*: w obu przypadkach owe podstawy są jakgdyby uwięzione w stępie *(basis os. mt. II incarcerata)*.

Zpośród ssaków współczesnych koń jest Śródosiowcem (rys. 350), krowa, sarna (rys. 341) są Przyosiowcami.

temi palcami są palce: III i IV. Palec I (a) ręki uległ uwstecznieniu i oczywiście utracił zdolności przeciwstawne. W ten sposób zbliżamy się do zagadnienia o którem były już wzmianki uprzednio. Mam na myśli sprawę — strącania palców (redukcji palcowej). Otóż, pod nazwą strącania palców rozumiemy stopniowe pozbywanie się palców pobocznych (I, V, II, IV) czego ostatecznym kresem może być zachowanie li tylko palca osiowego czyli III, co stwierdzamy u Koniowatych *(mammalia monodactyla)* (rys. 345A) i u ✝ *Thoatherium crepidatum* (✝ *Proterotheriidae)*. Przyczyna tego ciekawego objawu nie jest dotychczas ostatecznie wyjaśniona, tembardziej, że wiąże się on z szeregiem zmian w całym ustroju (w układzie mięśniowym, nerwowym, naczyniowym itd.!).

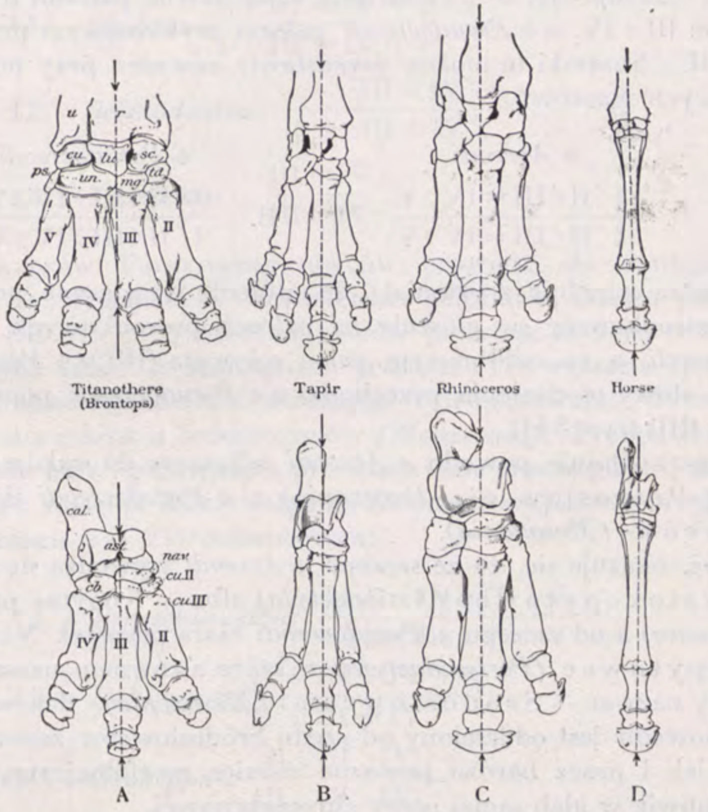
Pod względem mechanicznym strącanie palców pobocznych oznacza zmniejszenie powierzchni oparcia kończyny o podłoże, co jest niewątpliwie korzystne dla osiągnięcia szybkiego chodu i biegu. Tembardziej, że strącaniu palców towarzyszy pjonizacja palców pośrodkowych (III i IV) oraz wydłużenie odcinków metapodjalnych kończyn (śródręcze i śródstopie).



Rys. 345. Ręce i stopy Przyosiowców (Parzystokopytowców):
A — ✝ *Oreodon:* $\left(\frac{a + 2 + III = IV + 5}{2 + III = IV + 5}\right)$; B — *Sus scrofa:* $\left(\frac{b + III = IV + e}{b + III = IV + e}\right)$; C — ✝ *Dorcatherium:* $\left(\frac{b + III = IV + e}{b + III = IV + e}\right)$; D — *Dama dama:* $\left(\frac{\beta + (III = IV) + \gamma}{\beta + (III = IV) + \gamma}\right)$ (wg. H. F. Osborn'a).
Przyosiowość cechuje przedewszystkiem położenie osi ciśnienia, która ciągnie się między palcami III IV powodując że tylko one są silnie rozwinięte (por. z rys. 345 A!).
Objaśnienia skrótów znajdują się przy rys. następn.

Sprawa strącania palców osiąga szczyt swego nasilenia u Kopytnych a zatem poświęcimy tutaj ich upalczeniu kilka słów wstępnych!

A więc, wiemy już (tom I str. 28), że Kopytne wywodzą swój początek z + Pramięsożernych (+ *Creodontia)* a mianowicie ze szczepu + *Acreodi* i + *Pseudocreodi* (p. tom I str. 44), stosunkowo mało róż-



Rys. 345A. Prawe ręce i stopy, widziane od strony grzbietowej Śródosiowców (Nieparzystokopytowców):

A — + *Brontops robustus* $\left(\frac{II < III > IV + V}{II < III > IV}\right)$; B — *Tapirus* $\left(\frac{II < III > IV + 5}{II < III > IV}\right)$; C — *Rhinoceros* $\left(\frac{2 + III + 4 + \varepsilon}{2 + III + 4}\right)$; D — *Equus caballus* $\left(\frac{\beta + III + \delta}{\beta + III + \delta}\right)$ (wg. H. F. Osborn'a). We wszystkich rysunkach oś ciśnienia przechodzi przez palec III, który jest również palcem najsilniej rozwiniętym. Stanowi to cechę charakteryzującą *Perissodactyla* (p. tom I str. 74).

Skróty oznaczają: r — *radius;* u — *ulna;* sc — *os carpi radiale;* lu — *os carpi intermedium;* cu — *os carpi ulnare;* td — *carpale II;* mg — *carpale III;* un — *hamatum;* cal — *calcaneus;* ast — *talus;* nav — *naviculare;* cb — *cuboideum;* cu II — *tarsale II;* cu III — *tarsale III.* W miarę zwiększania się szybkości chodu kość łokciowa, kość strzałkowa i palce poboczne I, V, II, IV) podlegają w różnym stopniu zaznaczającemu się uwstecznieniu.

niących się od współczesnych Mięsożernych. Działo się to bardzo dawno temu, gdyż jeszcze w dobie eocenu! Obydwa wspomniane szczepy wykazują między sobą duże podobieństwa, różni je jednak między innemi jeden ważny szczegół, dotyczący planu budowy autopodium (rys. 344).

Otóż okazuje się, że podczas gdy najdłuższemi palcami u ✝ *Acreodi* są palce: III i IV, u ✝ *Pseudocreodi* palcem wykazującym przerost jest palec III. Stosunki te można przedstawić również przy pomocy następujących wzorów:

✝ *Acreodi* — 5. $$\frac{I < II < III = IV > V}{I < II < III = IV > V}$$

✝ *Pseudocreodi* — 6. $$\frac{I < II < III > IV > V}{I < II < III > IV > V}$$

Jest rzeczą zupełnie zrozumiałą, że ciśnienie wywierane przez wagę ciałaześrodkowuje się głównie na palcach pośrodkowych (III i IV) u ✝ *Acreodi*, a na najdłuższym palcu osiowym (III) u ✝ *Pseudocreodi*. Innemi słowy oś ciśnienia przechodzi u ✝ *Pseudocreodi* poprzez palec osiowy (III) (rys. 344).

Z tegoto właśnie powodu ✝ *Acreodi* zaliczamy do ssaków przyosiowych (»Przyosiowce«, »*Paraxonia)* a ✝ *Pseudocreodi* do »Śródosiowców« *(Mesaxonia)*.

I otóż, okazuje się, że ze szczepu ✝ *Acreodi* wywodzą się wszystkie Parzystokopytowce *(Artiodactyla)* albo — Kopytne przyosiowe *(Paraxonia)* a od szczepu ✝ *Pseudocreodi* biorą początek Nieparzystokopytowce *(Perissodactyla)* a które z równem uzasadnieniem możemy nazwać — Śródosiowcami *(Mesaxonia)*. Jak widać rząd Przyosiowców jest oddzielony od rzędu Śródosiowców zarówno przez »czas« jak i przez bardzo poważne różnice morfologiczne, sięgające, niewątpliwie w głąb samej istoty chromatynowej.

Ale powróćmy obecnie do sprawy strącania palców! Analizę stosunków rozpoczniemy od stanu rzeczy u Przyosiowców (Parzystokopytowców), ograniczając się do podania kilku podstawowych wzorów upalczenia.

✝ *Bunoselenodontia:*

7. ✝ *Anthracotherium:* $$\frac{a + II < III = IV > V}{II < III = IV > V}$$

8. ✝ *Diplobune:* $$\frac{a + 2 + III = IV + \varepsilon}{\alpha + 2 + III = IV}$$

✝ *Hypoconifera:*

9. ✝ *Elotherium:* $\frac{b + III = IV + e}{b + III = IV + e}$

Neobunodontia:

10. *Hippopotamidae:* $\frac{\alpha + 2 + III = IV + 5}{2 + III = IV + 5}$

11. *Suidae:* $\frac{b + III = IV + e}{b + III = IV + e}$

12. *Selenodontia:* $\frac{\langle III = IV \rangle + \varepsilon}{\beta + \langle III = IV \rangle}$

13. *Tylopoda:* $\frac{III = IV}{III = IV}$

Analiza wzorów Parzystokopytowców prowadzi do następujących wniosków że: 1) najsilniej rozwiniętemi palcami są zawsze palce pośrodkowe (III i IV); 2) strącenie palców powstaje szybciej w kończynach tylnych aniżeli w kończynach przednich i że wreszcie 3) najdalej posunięte strącenie palców wykazują Wielbłądowate! Przechodzę zkolei do stosunków u Śródosiowców *(Mesaxonia).* Przypuszczam, że może będzie najwygodniejszem przedstawienie przebiegu strącania palców w toku rozwoju Koniowatych. Za postać wyjściową przyjmiemy stan upalczenia u ✝ *Tetraclaenodon'*a:

14. ✝ *Tetraclaenodon:* $\frac{1 < II < III > IV > V}{1 < II < III > IV > V}$

15. ✝ *Eohippus:* $\frac{II + III + IV + 5}{II + III + IV}$

16. ✝ *Orohippus:* $\frac{II < III > IV > e}{II < III > IV}$

17. ✝ *Mesohippus:* $\frac{2 < III > IV > \varepsilon}{2 < III > 4}$

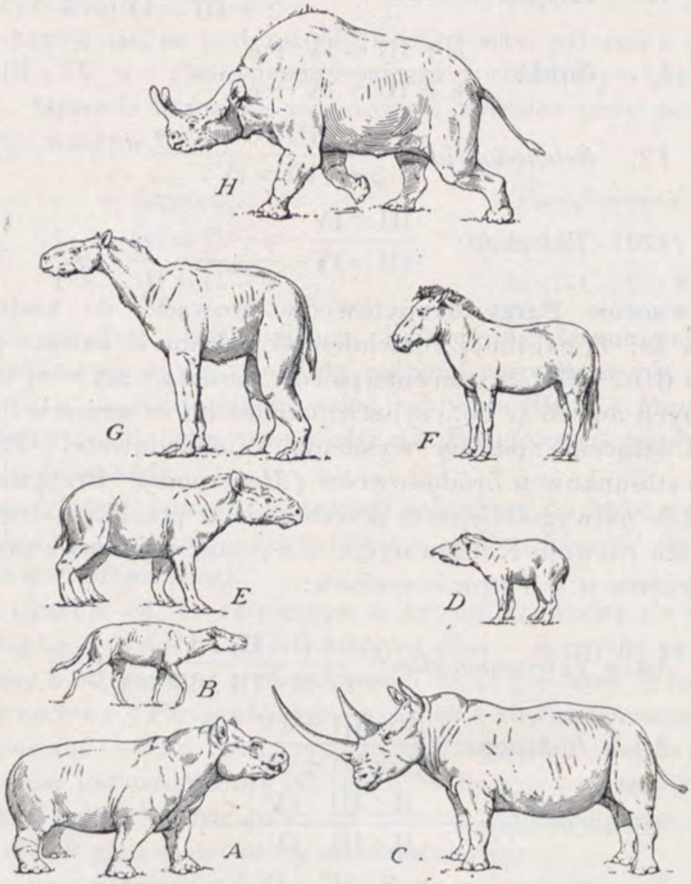
18. ✝ *Miohippus:* $\frac{b < III > d > \varepsilon}{b < III > d}$

19. ✝ *Meryhippus:* $\frac{b < III > d}{b < III > d}$

20. ✝ *Hipparion:* $\frac{b < III > e}{b < III > d}$

21. *Equus caballus:* $\frac{\beta + III + \delta}{\beta + III + \delta}.$

W taki to sposób z kończyny pięciopalczastej (wzór 1), poprzez stan czteropalczastego ✝ *Eohippus*'a (wzór 15) i trójpalczastego ✝ *Mesohippusa* (wzór 17) przechodzimy do jednopalczastego konia współczesnego (wzór 21).



Rys. 346. Główni przedstawiciele Śródosiowców *(Mesaxonia)* wyrysowani w tej samej skali wielkościowej (wg. H. F. Osborn'a).

A — ✝ *Metamynodon (Rhinocerotidae)*; B — ✝ *Hyracodon (Rhinocerotidae)*. C — ✝ *Ceratotherium simum (Rhinocerotidae)*; D — *Tapirus terrestris (Tapiridae)*; E — ✝ *Palaeotherium* (✝ *Palaeohippidae)*; F — *Equus przewalskii (Equidae)*; G — ✝ *Moropus elatus* (✝ *Ancylopoda)*; H — ✝ *Brontotherium platyceras* (✝ *Titanotheriidae)*.

Zwraca uwagę różnokierunkowość rozwoju i kształtowania się ciała u przedstawicieli stosunkowo tak blisko spokrewnionych!

Jeszcze dalej posunięte strącenie palców wykazuje płd. amerykańskie ✝ *Thoatherium crepidatum* (✝ *Litopterna)*, którego wzór palcowy przybiera postać następującą:

22. † *Thoatherium:* $\frac{\beta + III + \partial}{III}$

z czego wynika, że, jeśli chodzi o upalczenie, to kresu swego rozwoju Koniowate jeszcze nie osiągnęły.

U pozostałych Śródosiowców ewolucja kończyn nie zaszła tak daleko jak u *Equidae*. A więc, u *Rhinocerotidae* wzór palcowy przedstawia się następująco:

23. $\frac{2 < III > 4 > \varepsilon}{2 < III > 4}$

a u *Tapiridae:*

24. $\frac{2 < III > IV > e}{2 < III > 4}$

Jak już była wzmianka, równolegle do sprawy strącania palców przebiega ich pjonizacja, stanowiąca prawdopodobnie wynik osiągnięcia znacznej przewagi siłowej zginaczy nad prostownikami, co jest zrozumiałe gdyż rola życiowa mięśni zginaczy aniżeli mięśni prostowników i że w osiągnięciu przyśpieszenia szybkości równie wielką rolę odegrało wzmocnienie zginaczy jak i wydłużenie kończyn.

U innych ssaków stan upalczenia może się przedstawiać bardzo różnorodnie. Dla przykładu załączam tutaj kilka ciekawszych postaci:

25. *Talpidae:* $\frac{R + 1 < II < III = IV > V}{1 < II < III = IV > V}$.

26. *Choloepus:* $\frac{a + [III + IV] + d}{[II + III + IV]}$

27. *Pseudochirus:* $\frac{1 + II \rightarrow III = IV > V}{[2 + 3] + (IV) + V}$

28. *Perodicticus:* $\frac{I + b + c + IV + V}{I \rightarrow II < III > IV > V}$.

Na tem kończymy ten rozdział. O różnicowaniu się poszczególnych palców a zwłaszcza ich członów ostatnich będzie mowa dalej.

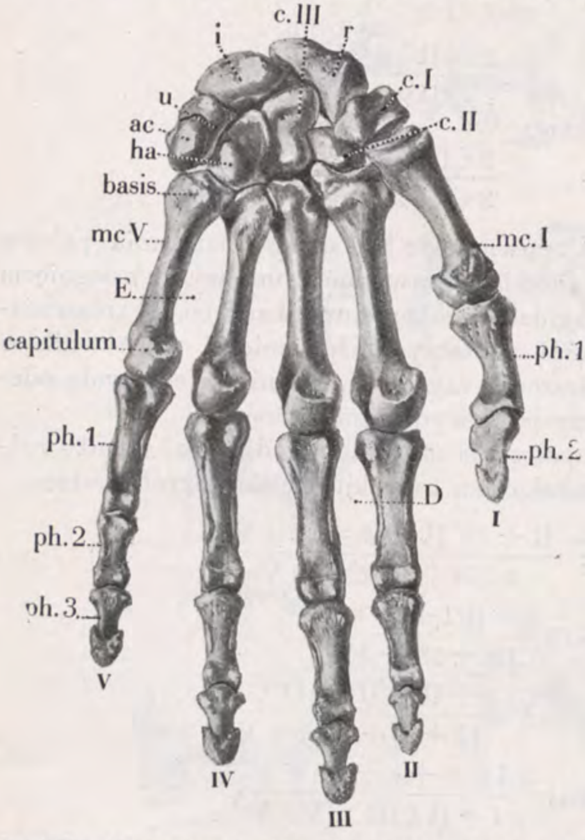
a. Nadgarstek.

(Carpus; basipodium; propodium).

Nadgarstek *(carpus)* składa się z pewnej ilości krótkich ale grubych, wielokątnych kostek ułożonych w dwa szeregi: — szereg górny *(procarpus s. ordo sup.)*, stykający się z kośćmi podramienia i — sze-

r e g d o l n y *(mesocarpus s. ordo inf.)*, nawiązujący łączność z kośćmi śródręcza (rys. 347).

Pomiędzy obydwa szeregi wciskają się dwie — k o ś c i o ś r o d k o w e *(centralia)* zrastające się zazwyczaj z okolicznemi kośćmi nadgarstka, a ponadto po stronie łokciowej widnieje kostka, powstająca w ścięgnie mięśnia zginacza nadgarstka łokciowego, zwana — k o ś c i ą d o d a t k o w ą *(os accesorium s. os. pisiforme;* ac.). Tę ostatnią większość anatomów zalicza do t. zw. — t r z e s z c z e k *(ossa sesamoidea)*, pod którą to nazwą ujmuje się kości, rozwijające się w łonie ścięgien.

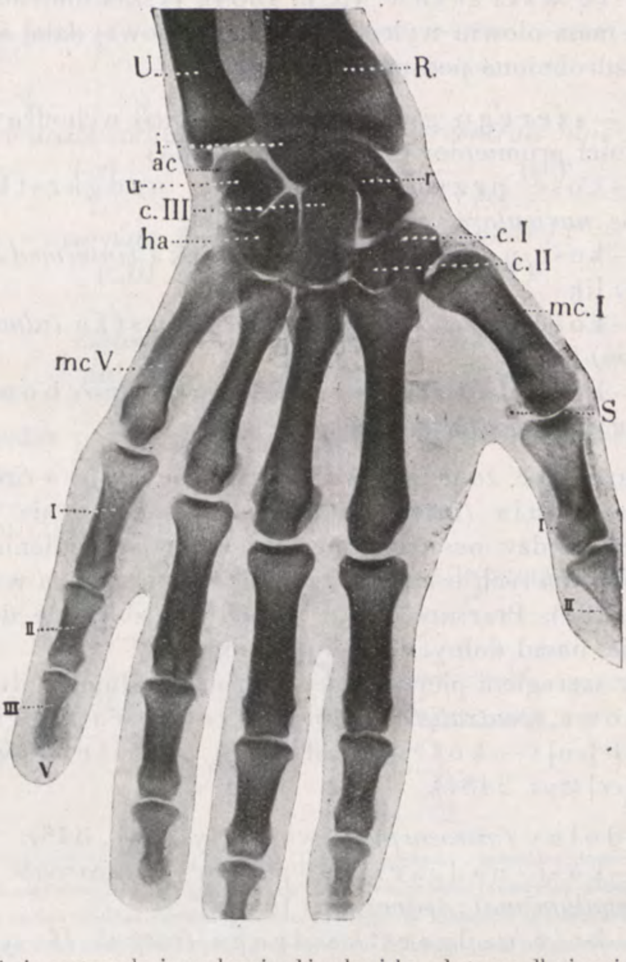


Rys. 347. Kościec lewej ręki c z ł o w i e k a, widziany od strony dłoniowej.

Znaczenia skrótów. r. — k. p r z y p r o m i e n i o w a *(radiale);* i — k. p o ś r e d n i a *(intermedium);* u — k. p r z y ł o k c i o w a *(ulnare);* ac—k. d o d a t k o w a *(accessorium);* c I — k. n a d g a r s t k a I *(carpale I);* c II — k. n a d g a r s t k a II *(carpale II);* c III — k. n a d g a r s t k a III *(carpale III);* ha — k. h a c z y k o w a t e *(hamatum)*, stanowiąca zrośnięte ze sobą kk. nadgarstka IV i V *(carpalia IV et V);* mc I — k. ś r ó d r ę c z a I *(metacarpale I);* E— p r z e s t r z e ń m i ę d z y k o s t n a ś r ó d r ę c z a *(spatium interosseum metacarpi).*

Jest rzeczą zastanowienia godną, że ze wszystkich odcinków kończyny jedynie nadgarstek i tylko on składa się z jednostek kostnych krótkich, przypominając w ten sposób stosunki zachodzące we wszystkich odcinkach u kręgowców pierwotnych, mam na myśli kręgowce wodne. Przyczynę takiego właśnie ukształtowania nadgarstka należy szukać przedewszystkiem w znaczeniu czynnościowem jego. Otóż, obserwując bjomechanikę ręki nietrudno zauważyć że podczas gdy — p a l c e są przeznaczone głównie do wykonywania czynności chwytnych,

a — śródręcze ma za zadanie utworzenie powierzchni oparcia ręki, — nadgarstek, leżący w punkcie kątowego załamania między osią podramienia i osią śródręcza, jest wystawiony na uderzenia i wstrząsy. One to, owe wstrząsy, prawdopodobnie uniemożliwiły zcalenie się



Rys. 347A. Zdjęcie rentgenologiczne lewej ręki człowieka od strony dłoniowej. Szpary, widniejące między sąsiadującemi końcami kości, są w rzeczywistości wypełnione przez chrząstki stawowe, wpływające na usprężnienie ręki.

Pozatem zwrócić uwagę: na stosunek dna — szczelin międzypalcowych *(fissurae interdigitales)* do członów palcowych pierwszych na stosunek k. promieniowej do nadgarstka, na położenie III k. nadgarstka (c. III) oraz na wachlarzowate rozmieszczenie kości śródręcza.

Znaczenie skrótów: U — k. łokciowa; R — k. promieniowa; u — *ulnare;* i — *intermedium;* r — *radiale;* ac — *accessorium;* ha— *hamatum;* S— trzeszczka śródręcznoczłonowa I palca; mc V— *metacarpale* I.

kości nadgarstka w jedną większą masą kostną, co niewątpliwie wpływa korzystnie na dynamikę całej kończyny. W samej rzeczy, rozdrobnienie masy kostnej nadgarstka na szereg samoistnych i wzajemnie przesuwalnych jednostek powoduje rozpraszenie siły uderzeniowej naskutek czego n a d g a r s t e k s t a j e s i ę w a ż n y m n a r z ą d e k n i w e c z ą c y m s i ł ę w s t r z ą s ó w. (R. P. 1934). Wszak nietrudno dowieść że jednolita masa ołowiu wyleci z lufy karabinowej dalej aniżeli ta sama masa rozdrobniona pod postacią śrutu!

W skład — s z e r e g u g ó r n e g o *(procarpus)* wchodzą (wyliczając od strony kości promieniowej) (rys. 347, 347A):

1) — k o ś ć p r z y p r o m i e n i o w a n a d g a r s t k a *(radiale* syn.: *os. naviculare, os. scaphoides)* [r];

2) — k o ś ć p o ś r e d n i a n a d g a r s t k a *(intermedium s. os. lunatum)* [i];

3) — k o ś ć p r z y ł o k c i o w a n a d g a r s t k a *(ulnare s. os. triquetrum)* [u];

4) — k o ś ć d o d a t k o w a albo — k o ś ć g r o c h o w a t a *(accessorium s. os. pisiforme)* [ac].

Należy zaznaczyć, że u Lądowców pierwotnych (u ✝ *Stegocephala)* — k o ś ć p o ś r e d n i a *(intermedium)* znajdowała się nie w szeregu górnym lecz między nasadami dolnemi kości podramienia i dopiero naskutek zbliżenia tych ostatnich została przemieszczona w obręb nadgarstka (rys. 267). Przesunięcie to umożliwiło zbliżenie do siebie, aż do zetknięcia, nasad dolnych kości podramienia.

Pomiędzy szeregiem pierwszym i drugim znajdujemy dwie — k o ś c i o ś r o d k o w e *(centralia)*: — k o ś ć o ś r o d k o w ą ł o k c i o w ą *(centrale ulnare)* [cu] i — k o ś ć o ś r o d k o w ą p r o m i e n i o w ą *(centrale radiale)* [cr] (rys. 348 c).

S z e r e g d o l n y *(mesocarpus)* tworzą (rys. 347, 348):

1) — k o ś ć n a d g a r s t k a p i e r w s z a *(carpale I;* syn.: *os multangulum maj.; trapezium)* [c. I];

2) — k o ś ć n a d g a r s t k a d r u g a *(carpale II;* syn.: *os multangulum min.; trapezoides)* [c. II];

3) — k o ś ć n a d g a r s t k a t r z e c i a *(carpale III;* s. *os capitatum)* [c. III];

4) — k o ś ć n a d g a r s t k a c z w a r t a *(carpale IV)* [c. IV];

5) — k o ś ć n a d g a r s t k a p i ą t a *(carpale V)* [c. V].

Układ oraz wzajemne stosunki owych jedynastu kości nadgarstka ujmuje poniższy diagram.

Kość promieniowa (*radius*; R.) — Kość łokciowa (*ulna*; U.)

↕ *accessorium* (ac)

radiale (r) ↔ *intermedium* (i) ↔ *ulnare* (u)

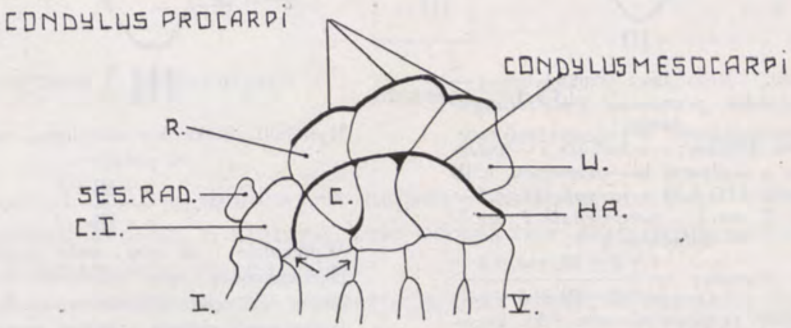
centrale radiale (cr) ↔ *centrale ulnare* (cu)

carpale I (c.I) ↔ *carpale II* (c.II) ↔ *carpale III* (c.III) ↔ *carpale IV* (c.IV) ↔ *carpale V* (c.V)

↕ ↕ ↕ ↕ ↕

metacarpale I — *metacarpale II* — *metacarpale III* — *metacarpale IV* — *metacarpale V*

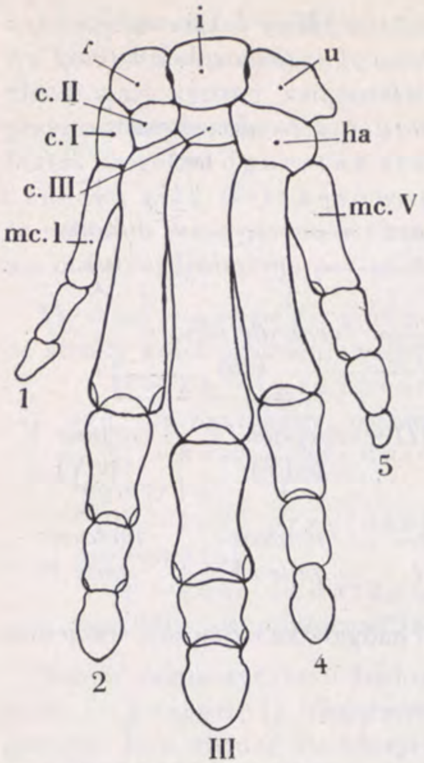
(strzałki między poszczególnemi kośćmi nadgarstka oznaczają wzajemne połączenia).



Rys. 348. Nadgarstek u *Macacus rhesus*. Linjami grubemi oznaczono powierzchnie stawowe kłykcia szeregu pierwszego i szeregu drugiego kości nadgarstka *(condylus procarpi et mesocarpi* R. P.). Jak widać kłykieć szeregu pierwszego sięga w kierunku promieniowym dalej aniżeli w kierunku palca V co nam tłomaczy że przy zginaniu ręki występuje jednocześnie lekkie przywodzenie. Zupełnie podobnie sprawa się przedstawia i u *Hominidae*. Ses. Rad. — trzeszczka przypromieniowa *(sesamoideum radiale)*; C — k. ośrodkowa *(centrale)*. Ponadto zwrócić uwagę na budowę i na stosunki podstawy II kości śródręcza.

Tak się przedstawia układ nagdarstka w stanie pierwotnym!

Dzięki zrostom wtórnym niektórych zpośród sąsiadujących kości, ilość jednostek kostnych nadgarstka ssaków ulega wydatnemu zmniejszeniu. A więc, przedewszystkiem s t a l e z e s p a l a j ą s i ę z e s o b ą



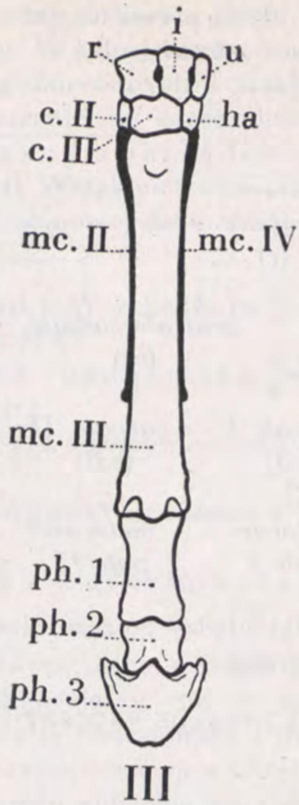
Rys. 349. Ręka lewa Prakopytowca — ✠ *Phenacodus primaevus* (✠ *Protungulata*).

Znaczenie skrótów: r — *radiale*, i — *intermedium*, u — *ulnare*, ha — *hamatum*, c. III — *carpale III*, c. II — *carpale II*, c. I — *carpale I*, mc. I — *metacarpale I*, mc. V — *metacarpale V*.

Wzór palcowy: $\frac{1+2+III+4+5}{a+2+III+4+5}$

Wprawdzie ta pięciopalczasta ręka krewnego eoceńskich przodków Koniowatych mało przypomina stosunki zachodzące u Koniowatych współczesnych (por. z rys. 350!) temniemniej jest niewątpliwie postacią wyjściową z której drogą powolnych (ewolucja) czy też gwałtownych (mutacje) przeistoczeń powstała jednopalczasta ręka naszego konia. Zwrócić uwagę na rozpoczynający się przerost palca III (śródosiowość!) i na stosunki podstawy II k. śródręcza do kości nadgarstka (por. z rys. 354!). Jest rzeczą wielce prawdopodobną że u ✠ *Phenecodontinae* dobrze rozwinięty palec I posiadał jeszcze własności przeciwstawne.

(P. tom I, rys. 22!).



Rys. 350. Ręka konia lewa, widziana od przodu.

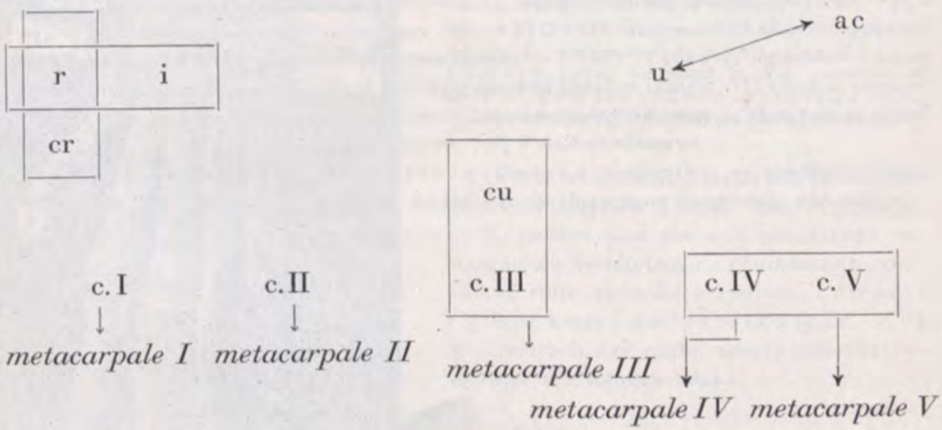
W. p.: $\frac{\beta+III+\delta}{\beta+III+\delta}$

Wprawdzie i ta ręka mało przypomina pięciopalczastą rękę człowieka, temniemniej jest ręką, przystosowaną do podtrzymywania ciężaru przedniej części ciała i do szybkiej przemieszczalności. Znaczenie skrótów: r — *radiale*, i — *intermedium*, u — *ulnare*, ha — *hamatum*, c. III — *carpale III*, c. II — *carpale II*, (*carpale I*, jako niestała, nie została przedstawiona), mc. II — *metacarpale II*, mc. IV — *metacarpale IV*, mc. III—metacarpale III ph. 1 — *submetarcarpale s. phalanx* 1; ph. 2 — *supraungulare s. phalanx* 2; ph. 3 — *ungulare* s. *phalanx* 3. Jak widać w ręce Koniowatych uderza przedewszystkiem znaczne wydłużenie III kości śródręcza (mc. III), które jest wykładnikiem przemieszczalności szybkiej (por. z rys. 352).

kość nadgarstka czwarta (c. IV) z piątą (c. V) przezco powstaje złożona — kość haczykowata (c IV + c V; *os hamatum* s. *os. unciforme)*, dalej — kość ośrodkowa łokciowa (cu) spaja się z — trzecią kością nadgarstka (c. III) a — kość ośrodkowa promieniowa (cr) często traci samodzielność zrastając się z kością promieniową nadgarstka (r).

Znacznie rzadziej (u Mięsożernych, Owadożernych i u wielu Gryzoni!) łączy się kość pośrednia nadgarstka (i) z kością przypromieniową nadgarstka (r) w jedną niepodzielną — kość promieniowo-pośrednią (r + i = *os scapholunatum)* (rys. 354).

Powyższe przekształcenia wtórne stosunków przedstawia następujący schemat:

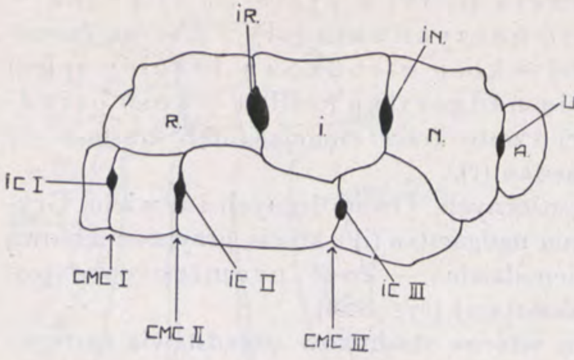


Zpośród ssaków domowych najpierwotniejsze stosunki wykazuje nadgarstek królika, u którego kość ośrodkowa zachowuje samodzielność poprzez okres całego życia.

Powyższe wytyczne nie wyczerpują, oczywiście, całokształtu sprawy zespoleń wtórnych kości nadgarstka, z braku miejsca zaznaczę tylko, że do najczęstszych należy spojenie drugiej z trzecią kością nadgarstka (c. II + c. III) co stwierdzamy np. u niektórych Przysiowców (rys. 353). Twór w ten sposób powstały będziemy nazywać — k. nadgarstka złożoną *(carpale compositum* R. P.)!

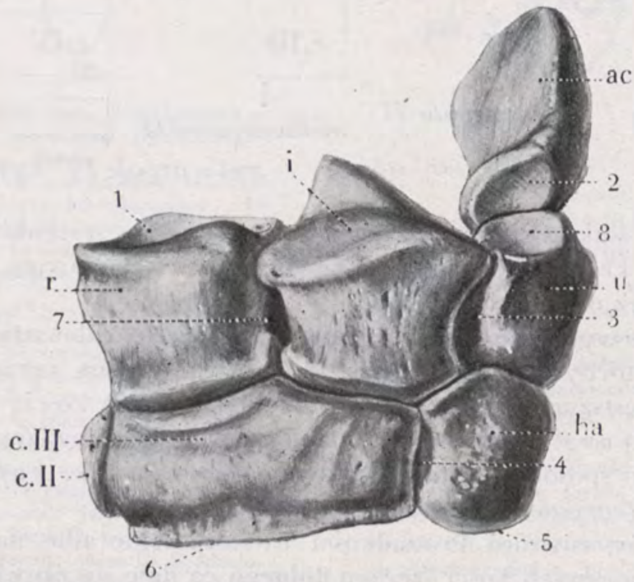
Nie należy również do rzadkości uwstecznienie albo nawet zanik jednej z pobocznych kości szeregu dolnego co daje się zauważyć często u Kopytnych w związku ze strącaniem palców. Zazwyczaj pierwszą kością, która pada ofiarą zaniku jest — pierwsza kość nadgarstka (c. I) jak to ma miejsce u Przeżuwaczy, a częściowo i u Koniowatych.

Jest jednak rzeczą godną uwagi że uwstecznienie kości nadgarstka



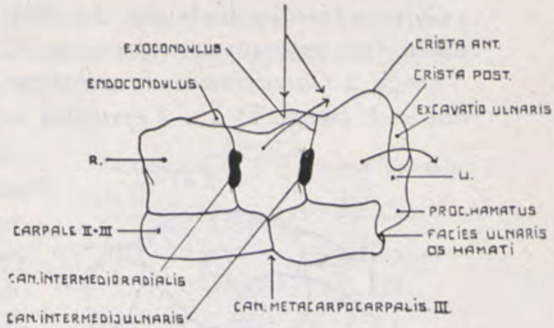
Rys. 351. Schemat budowy nadgarstka Kopytnych celem przedstawienia — otworów i przewodów śródnadgarstkowych (*forr. et canales interossei carpi* R. P.). Według autora (1934), które owe otwory i przewody opisał, posiadają one duże znaczenie w mechanice przemieszczalności poszczególnych składników nadgarstka, w czasie wykonywania ruchów i przy niweczeniu wstrząsów i uderzeń. Znaczenie skrótów: i R — *for. resp. canalis intermedio-radialis;* iN — *for. resp. canalis intermedio-ulnaris;* u A — *for. resp. canalis ulno-accessorius;* i C I — *for. resp. canalis intracarpalis I;* i C II — *for. resp. canalis intracarpalis II;* i C III — *for. resp. canalis intracarpalis III;* CMC I — *canalis metacarpo-carpalis I;* CMC II — *canalis metacarpo-carpalis II;* CMC — *canalis metacarpo-carpalis III.* Strzałki wskazują kierunek przebiegu przewodów śródręcznonadgarstkowych. Należy zauważyć że ze wszystkich wymienionych otworów i przewodów najstalszemi są: *for. intermedio-radiale* i *for. intermedio-ulnare.*

Ponadto zasługuje na podkreślenie kształt prostokątny i pewne spłaszczenie (w kierunku pionowym) poszczególnych składników nadgarstka (por. z rys. 352, 353, 360).

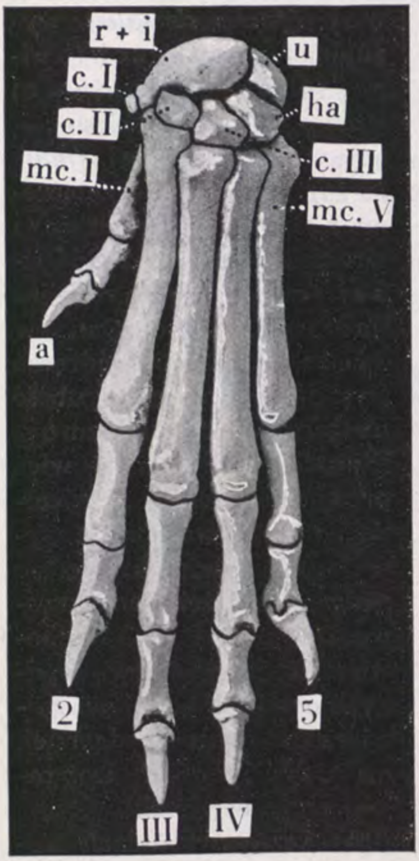


Rys. 352. Nadgarstek konia, widziany od przodu.
r — *radiale*; i — *intermedium*; u — *ulnare*; ac — *accessorium*; c. II — *carpale II*; c. III — *carpale III*; ha — *hamatum*; 1 — *facies artic. antebrachialis*; 2 — *fac. art. accessoria*; 7 — *for intermedio-radiale*; 5, 6 — *facies artic. metacarpea.* Por. z rys. 351!

nigdy nie nadąża w ślad za strącaniem palców, w przeciwnym bowiem razie u jednopalczastego konia należałoby się podziewać najwyżej trzech kości drugiego szeregu (c. II, c. III, c. IV) tymczasem jest ich potencjalnie pięć (c. II, c. III, *hamatum)* (rys. 352).



Rys. 353. Schemat ukształtowania nadgarstka Przyosiowców *(Paraxonia)*.
Zwrócić szczególną uwagę na budowę k. przyłokciowej *(ulnare)* na której widnieje — dół łokciowy *(excavatio ulnaris* R. P.) oraz opuszczający się ku dołowi — wyrostek haczykowaty *(proc. hamatus* R. P.), zestawiający się z — powierzchnią przyłokciową *(facies ulnaris* R. P.) k. haczykowatej *(hamatum)*.



Rys. 354. Powierzchnia grzbietowa kośćca ręki psa (W. p.: $\left(\frac{a + 2 + III = IV + 5}{2 + III = IV + 5}\right)$.
Znaczenie skrótów: r + i — *scapholunatum* (właściwe Mięsożernym!); u — *ulnare;* c. I — *carpale I;* c.II — *carpale II;* c. III — *carpale III;* ha — *hamatum;* mc. I — *metacarpale I;* mc. V — *metacarpale V.*

Celem uniknięcia powtarzań skład nadgarstków ssaków bliżej nas interesujących, podam pod postacią poniższego zestawienia. Symbolem ha *(hamatum)* oznaczono, stale ze sobą zespolone, czwartą i piątą kości nadgarstka (c.IV + c.V), w klamrach zaś ujęto zrosty charakterystyczne dla danego ssaka:

Hominidae
szereg górny = r + i + u + ac
szereg dolny = cI + cII + cIII + ha

Carnivora
szereg górny = r + i + u + ac
szereg dolny = cI + cII + cIII + ha

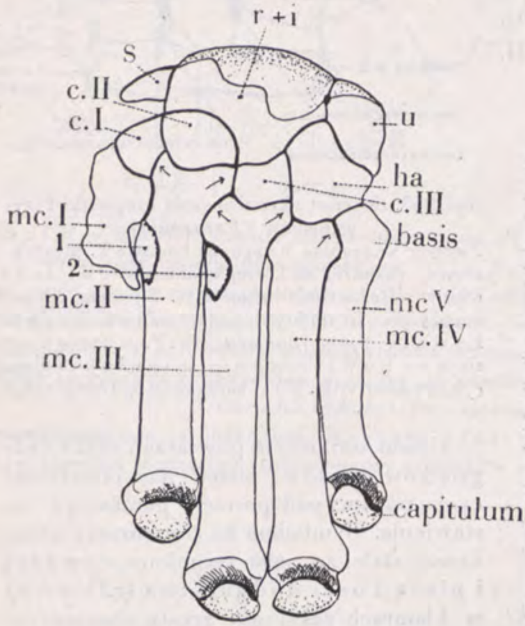
Suidae
szereg górny = r + i + u + ac
szereg dolny = cI + cII + cIII + ha

Ruminantia
szereg górny = r + i + u + ac
szereg dolny = cII + cIII + ha

Equidae
szereg górny = r + i + u + ac
szereg dolny = (cI) + cII + cIII + ha

Leporidae
szereg górny = r + cr + i + u + ac
szereg dolny = cI + cII + cIII + ha

Z powyższego widzimy, że skład ilościowy kości nadgarstka ulegać może dość znacznym wahaniom. I tak, u *Hominidae* nadgarstek liczy 8 kości, u *Carnivora* — 7, u *Suidae* — 8, u *Selenodontia* 5—6, u *Equidae* — 8 (wzgl. 7) a u *Leporidae* — 9 (zachowana kość ośrodkowa!).



Rys. 355. Lewy nadgarstek i śródręcze lwa *(Felis leo* L.), widziane od strony grzbietowej.

Znaczenie skrótów: r + i — *scapholunatum*; u — *ulre;* ac — niewidoczne gdyż jest umieszczone bardziej dłoniowo); mc I — *metacarpale I*; S — *sesamoideum radiale*; 1 — *tuberositas os. metacarp. II.* R. P.; 2— *tuberositas os. metacarp.* III R. P.

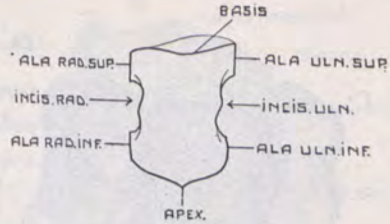
W śródręczu uderza stosunek jego skladników do kości nadgarstka oraz budowa główek kości śródręcza (grzebieni kierukowych nie widać gdyż są umieszczone na ich stronie dloniowej.).

Nadgarstek, jako całość, może być porównany do niskiej lecz grubej płytki, o — powierzchni przedniej albo — grzbietowej *(facies dorsalis)* wypukłej,—powierzchi tylnej albo — dłoniowej *(facies palmaris)* wklęsłej,—krawędzi górnej *(margo sup.)* służącej do połączenia z kośćmi podramienia i wreszcie—krawędzi dolnej *(margo inf.),* również stawowej, wchodzącej w związek z kośćmi śródręcza (rys. 354). Znaczna grubość nadgarstka jest wynikiem bytowania lądowego a więc przemieszczalności naziemnej, w której waga ciała wywiera ciśnienie na krawędzie nadgarstka («ciśnienie krawędziowe» R. P. 1934) albowiem u kręgowców wodnych naskutek «ciśnienia powierzchniowego» nadgarstek ma postać szerokiej lecz raczej cienkiej blaszki.

W każdym z dwóch szeregów, kości są ułożone nakształt łukowatego sklepienia ograniczającego, widniejącą wtyle, szeroką — rynienkę nadgarstkową *(sulcus carpi)*, służącą do pomieszczenia ścięgien mięśniowych (rys. 361). W związku ze strąceniem palców rynienka nadgarstkowa jest wyjątkowo głęboka u Kopytnych (rys. 361B). Naskutek obecności owej rynienki cały nadgarstek przybiera postać łukowato wygiętej blaszki wypukłością skierowanej ku przodowi. Jak łatwo się przekonać cho-

ciażby na modelu wykonanym z kartonu tego rodzaju ukształtowanie nadgarstka zwiększa w dużym stopniu jego wytrzymałość, zwlaszcza na zgięcie i na wyprostowanie.

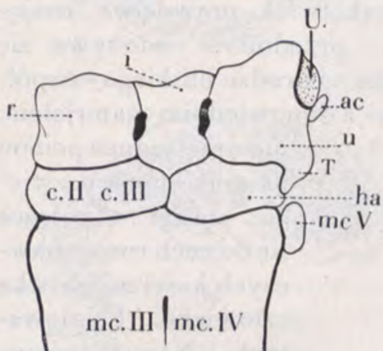
Kształt poszczególnych kości nadgarstka jest bardzo odmienny u różnych ssaków, a pozatem jest bardzo trudny do opisowego ujęcia. Zasadniczo każdą z tych kości możemy porównać do nieprawidłowego klina, którego podstawę stanowi — powierzchia grzbietowa, wierzchołek zaś — powierzchnia dłoniowa.



Rys. 356. Schemat kształtu powierzchni grzbietowej k. pośredniej nadgarstka *(intermedium)* u Kopytnych (por. z rys. 351). Zwrócić uwagę na charakterystyczne wcięcia poboczne *(incisura radialis* et *incisura ulnaris)*, biorące udział w ograniczeniu otworów śródnadgarstkowych: *for. intermedioradiale* i *for. intermedioulnare* (por. z rys. 352, 353, 357!).

U ssaków dotkniętych strąceniem palców kości nadgarstka wykazują charakterystyczne spłaszczenie w kierunku pionowym, przyjmując postać szerokich lecz niskich płytek (rys. 351, 352, 353, 357).

Kości łączą się ze sobą dość zawile ukształtowanemi — powierzchniami stawowemi, wykluczającemi większą ruchomość między niemi. I tak, w każdej z kości szeregu pierwszego rozróżniamy: — powierzchnię stawową górną albo — podramienną *(facies artic. antebrachialis)*, służącą do połączenia z podramieniem (k. promieniową!); — powierzchnię stawową dolną *(facies artic. inf.)* stykającą się z kośćmi szeregu dolnego i wreszcie — powierzchnie stawowe poboczne *(facc. artic. collatérales)*, wchodzące w związek z podobnemi powierzchniami kości tegoż samego szeregu.

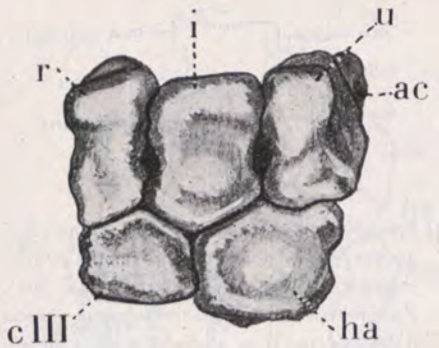


Rys. 357. Lewy nadgarstek bydła *(Bos taurus* L.), widziany od strony grzbietowej.
Znaczenia skrótów: r — *radiale*; u — *ulnare*; U — *facies artic. ulnaris*: ac — *accessorium*; T — *proc. hamatus* (zestawia się z — powierzchnią łokciową k. haczykowatej); ha — *hamatum*; c. II + c III — *carpale compositum*; mc V — *metacarpale* V. *s. styloideum lat.*

Zupełnie podobnie, w kościach szeregu dolnego opisujemy:— powierzchnię górną *(facies artic. sup.)* skierowaną ku kościom szeregu górnego; — powierzchnię dolną albo — śródręczną nawiązującą łączność z odpowiednią kością śródręcza i nakoniec — powierzchnie poboczne *(facc. artic. collaterales)*, któremi stykają się one z sąsiadującemi kośćmi szeregu dolnego.

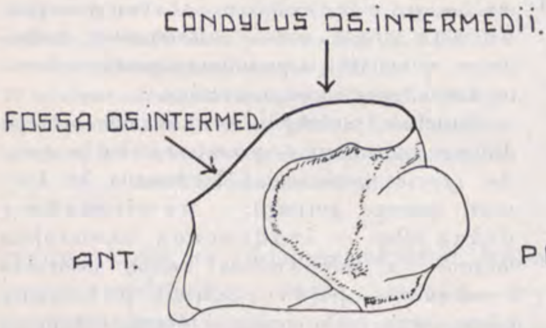
W ogólnem rozmieszczeniu kości nadgarstka dadzą się rozróżnić dwa zasadnicze typy: bardziej pierwotny —

typ naprzemienny (diplarthralny), w którym kości szeregu górnego wciskają się w granice przedzielające kości szeregu dolnego i — typ seryjny (taksopodjalny), który cechuje to, że granice kości szeregu dolnego leżą w przedłużeniu granic międzykostnych szeregu górnego (rys. 360). Typ naprzemienny występuje u ogromnej większości ssaków natomiast typ seryjny charakteryzuje przedewszystkiem ssaki o wielkiej masie ciała *(Proboscidea, + Titanotheriidae, + Amblypoda)* a ponadto spotykamy go u Góralkowatych *(Hyracoidea)*. Że w takim lub w innym układzie roztrzygającą rolę odgrywa swoisty układ sił dowodem tego wykopaliskowe, wielkie gady + *Sauropoda* (+ *Dinosauria)*, których nadgarstek wykazywał budowę zbliżoną do budowy cechującej Słoniowate!



Rys. 358. Nadgarstek świni dom., widziany od strony grzbietowej. Znaczenie skrótów: r.—k. przypromieniowa; i—k. pośrednia; u—k. przyłokciowa; ac — k. dodatkowa; c III — k. nadgarstka III; ha — k. haczykowata. Między k. przypromieniową i k. pośrednią widnieje — *for. intermedioradiale* (R. P.) a między k. pośrednią i k. przyłokciową jeszcze obszerniejsze — *for. intermedioulnare* (R. P.). Zwrócić szczególną uwagę na kształt k. pośredniej i porównać ze kształtem jej u innych Kopytnych (rys. 357) i u Naczelnych!

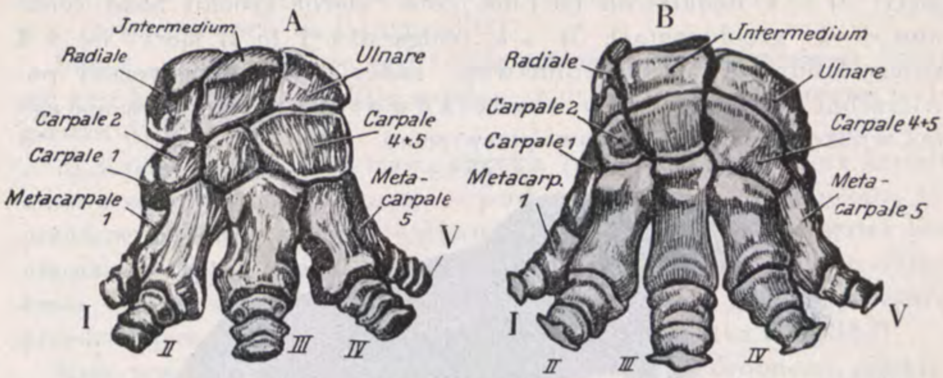
Aczkolwiek prawdziwą znajomość przedmiotu zdobywa się li tylko na drodze bliskiego »współżycia« z odpowiednim materjałem, niemniej jednak podam na tem miejscu zwięzłe uwagi odnoszące się do cech rozpoznawczych kości nadgarstka człowieka, Koniowatych i Narostkowców.



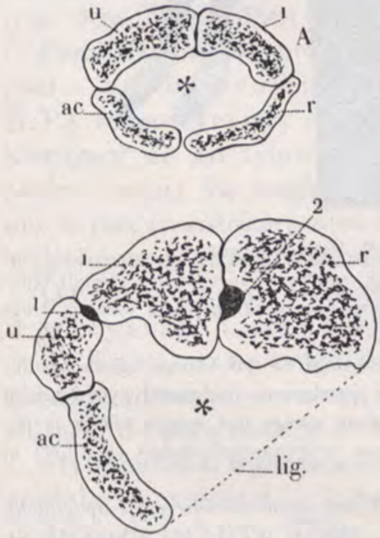
Rys. 359. Kość nadgarstka III *(carpale III)* lwa, widziana zboku. Widnieje na niej naprzedzie półkolista powierzchnia stawowa, służąca do połączenia z k. haczykowatą, a wtyle chropowate zagłębienie, służące do umocowania układu wiązadłowego międzykostnego.

U—człowieka (rys. 347) i u Naczelnych (rys. 348) w skład nadgarstka typu naprzemiennego wchodzi osiem niezależnych jednostek. Są to w szeregu górnym: — k. przypromieniowa

(radiale s. *»naviculare«),* — k. pośrednia *(intermedium* s. *»lunatum«),*— k. przyłokciowa *(ulnare* s. *»triquetrum«)* i — k. dodatkowa *(accessorum*



Rys. 360. Lewe ręce, widziane od strony grzbietowej: A — ✝ *Uintatherium*; B — *Elephas* (wg. Marsh'a).
W przypadku A kości nadgarstka wykazują — układ naprzemienny, w przypadku B nadgarstek przedstawia — budowę seryjną.



Rys. 361. Dwa przekroje poprzeczne lewego nadgarstka, wykonane przez pierwszy szereg kości nadgarstkowych. A — *Hystrix cristata*; B — *Equus caballus*. Znaczenia skrótów:
r — *radiale*; i — *intermedium*; u — *ulnare*; ac — *accessorium*; 1 — *canalis intermedio-ulnaris*; 2 — *canalis intermedio-radialis*; * — *canalis carpalis*; lig — *lig. carpi transversum.*

s. *»pisiforme«)* a w szeregu dolnym: — k. nadgarstka pierwsza *(carpale I* s. *»multangulum majus«),* — druga k. nadgarstka *(carpale II* s. *»multangulum minus«),* — trzecia k. nadgarstka *(carpale III* s. *»capitatum«)* i wreszcie — k. haczykowata *(carpale IV + V;»hamatum«).* Kość ośrodkowa *(centrale)* zazwyczaj łączy się ściśle z k. przypromieniową tworząc na niej — guzowatość k. łódkowatej *(tuberositas os. navicularis)* i tylko w rzadkich przypadkach (częściej u *Macacus rhesus)* zachowuje całkowitą niezależność (rys. 348).

Z cech charakterystycznych kości nadgarstkowych człowieka, wymienimy następujące: 1) najwyższą jest — kość nadgarstka trzecia (c. III) a pozatem w związku z własnościami chwytnemi ręki posiada ona kształt pionowo wydłużonego słupka; 2) najmniejszą jest — kość nadgarstka II

(c. II); 3) — k. haczykowata posiada po stronie dłoniowej silny — wyrostek haczykowaty *(proc. hamatus)* nieco pałąkowato wygięty; 4) — k. dodatkowa (ac.) ma postać ziarna grochu (stąd synonim — »k. grochowata«); 5) — k. nadgarstka I (c. I) łączy się z I kością śródręcza za pośrednictwem nader charakterystycznej powierzchni stawowej typu siodełkowatego(!), umożliwiającego tak wielką ruchomość palcowi pierwszemu.



Rys. 362. Nad przeszkodą... (fot. N. Pełczyńskiego).
Kończyny tylne znajdują się w stanie silnego wyrzutu (k. udowa cofnięta, palec zgięty!), kończyny przednie są w stanie maksymalnego ugięcia, umożliwiającego przerzucenie ciała na drugą stronę przeszkody.
Jeżeli chodzi o kończyny przednie to zwrócić szczególną uwagę na stan silnego zgięcia okolicy nadgarstkowej, na który składają się: zgięcie w stawie promieniowo-nadgarstkowym i zgięcie w stawie śródnadgarstkowym (p. rys. 369)! Pozatem zwraca uwagę stan zgięcia palców przednich co się wyraża odwróceniem wartości dodatniej kąta śródręcznopalcowego (± 135°!) na wartość ujemną.
Wyrazem zgięcia belki kręgosłupowej jest uwypuklenie kłębu szyjnopiersiowego i opuszczenie głowy i szyi (por. z rys. 383).

Powierzchnia stawowa podramienna pierwszego szeregu ma kształt jajowatego kłykcia (rys. 347, 347 A).

U Koniowatych (rys. 352) budowa kości nadgarstka przedstawia się w sposób następujący (rys. 365 B, 366).

Szereg górny:

1) Kość przypromieniowa nadgarstka *(radiale)* (r) jest naj-

większą kością szeregu pierwszego. Cała kość jest mocno wyciągnięta w kierunku przedniotylnym, a ponadto jest wyposażona na powierzchni dłoniowej w stożkowaty, ku tyłowi zwrócony, — wyrostek dłoniowy *(proc. palmaris* R. P.) (rys. 352).

Łączy się ona: wgórze — z kością promieniową podramienia, bocznie z — kością pośrednią (i) a wdole — z drugą i z trzecią kośćmi nadgarstka (c. II, c. III).

2) Kość pośrednia nadgarstka *(intermedium)* (i) ma kształt klina o szerokiej pięciobocznej, — podstawie *(basis)*, zwróconej ku przodowi i tępej krawędzi — dłoniowej. Ponieważ nadgarstek konia należy do typu naprzemiennego a przeto zaostrzony koniec dolny kości, t. zw. — wierzchołek *(apex)*, wciska się dość głęboko w szparę przedzielającą k. haczykowatą od trzeciej k. nadgarstka (rys. 352).

Kość pośrednia łączy się: przyśrodkowo dwiema drobnemi, płaskiemi powierzchniami stawowemi z — k. przypromieniową nadgarstka (r), bocznie również za pośrednictwem dwóch drobnych powierzchni — z k. przyłokciową nadgarstka (u), wgórze z — k. promieniową i wreszcie wdole z — k. haczykowatą (ha) i z — trzecią k. nadgarstka (c. III) (rys. 352, 365 B, 366).

Pomiędzy kością przypromieniową i kością pośrednią widnieje szeroki — otwór promieniowopośredni *(for. intermedio — radiale* R. P.), rozpoczynający się na powierzchni grzbietowej nadgarstka i stąd kierujący się ku tyłowi by skończyć się w rynience nadgarstkowej *(sulcus carpi)*. Ze względu na grubość ograniczających go kości otwór ma w rzeczywistości postać krótkiego przewodu, u zwierzęcia żywego wypełnionego przez wiązadła międzykostne (rys. 361 B).

Otwór promieniowopośredni występuje nieomal u wszystkich ssaków (R. P.[1]).

3) Kość przyłokciową nadgarstka *(ulnare)* (u) cechuje głównie obecność owalnej i lekko wgłębionej powierzchni stawowej służącej do połączenia z — k. dodatkową (ac) (rys. 352).

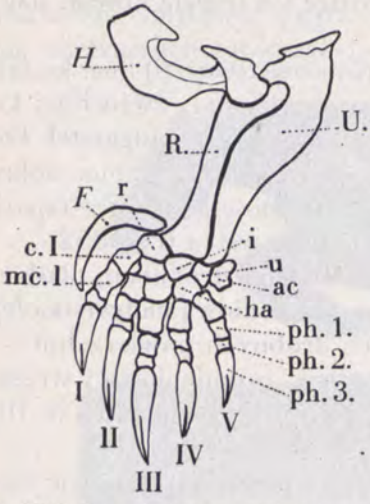
Styka się ona: wgórze z — k. promieniową; przyśrodkowo z — k. pośrednią (i); wdole z — k. haczykowatą (ha) i wreszcie bocznie z — k. dodatkową (ac) (rys. 352).

Między kością przyłokciową i kością pośrednią zaznacza się duży — otwór łokciowopośredni *(for. ulnointermedium*[1]) R. P.) zachowujący się zupełnie podobnie jak otwór promieniowopośredni.

Dzięki owym otworom przylegające powierzchnie kości wykazują

[1]) R. Poplewski. »*The Biomechanics of the carpus of Mammals*«. Folia Morphologica. Vol. V. 1934.

charakterystyczne — wcięcia *(incisurae)*. Ze względu na to że k. pośrednia *(intermedium)* jest umieszczona między obydwoma otworami a przeto widnieją na niej dwa wcięcia, jedno — wcięcie promieniowe *(incisura radialis)* i drugie — wcięcie łokciowe *(incisura ulnaris)* (rys. 356).



Rys. 363. Lewa kończyna przednia kreta *(Talpa europaea* L.). Znaczenie skrótów: H — *humerus*; R — *radius*; U — *ulna*; F — *os falciforme*; r — *radiale*; i — *intermedium*; u — *ulnare*; ac — *accessorium*; ha — *hamatum*; c I — *carpale I*; mc I — *metacarpale I*. W kończynie przedniej typu grzebnego kreta uderza krępa budowa kości podramienia i szufelkowate ukształtowanie ręki o dużem skróceniu kości śródręcza (por. ze stosunkami u Koniowatych i u Waleniowatych!) i dwóch pierwszych członów palca (ph. 1 i ph. 2) z jednoczesnym przerostem członu trzeciego (ph. 3). Pozatem ów człon trzeci palców wykazuje głęboki rozszczep, służący do umocowania potężnego narządu pazurowego, służącego do rycia nor. Stanowisko morfologiczne — kości sierpowatej *(os falciforme)* nie jest dotychczas ostatecznie wyjaśnione, jest jednak rzeczą wielce prawdopodobną że wiąże się ona ściśle z własnościami grzebnemi kończyn.

4) Kość dodatkowa (ac) ma kształt owalnej, dużej płytki zgniecionej w kierunku poprzecznym. Rozróżniamy na niej: silnie wklęsłą — powierzchnię przyśrodkową *(facies medialis)* i wypukłą — powierzchnię boczną *(facies lat.)*. Na tej ostatniej widnieje szeroka lecz płytka — rynienka ścięgnowa (rys. 365).

Zgrubiała krawędź przednia kości wykazuje dwie powierzchnie stawowe, z których jedna styka się z odpowiednią powierzchnią stawową k. przyłokciowej nadgarstka (u) druga zaś łączy się z kością promieniową podramienia. Obydwie powierzchnie łączą się szeroko między sobą (rys. 365).

Zarówno powierzchnia stawowa górna, a więc podramienna, omawianego szeregu jak i jego powierzchnia stawowa dolna t. j. zwrócona do szeregu dolnego nadgarstka przedstawia budowę wyraźnie — typu falistego (p. klasyfikację stawów), przyczem obydwie powierzchnie są w swych odcinkach przednich wypukłe, a wtyle są panewkowato wyżłobione! (rys. 365B, 366).

Szereg dolny:

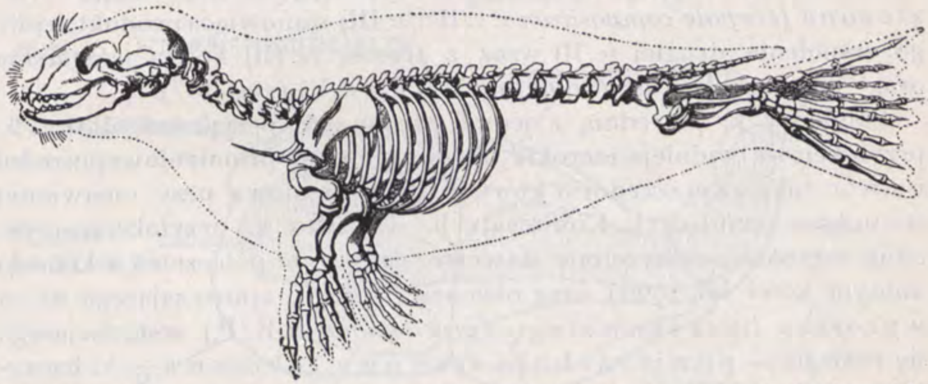
5) Kość nadgarstka pierwsza (c. I), często nieobecna, jest najdrobniejszą z kości nadgarstka. Łączy się ona bocznie z — drugą k. nadgarstka (c. II), wgórze z — k. przypromieniową a wdole z — k. rylcowatą przyśrodkową *(styloideum med.)* (rys. 350).

6) Kość nadgarstka druga

(c. II) jest silnie zepchnięta ku stronie dłoniowej nadgarstka i charakteryzuje się obecnością krótkiego — wyrostka dłoniowego *(proc. palmaris)*, łączącego się z częścią kłykciową trzeciej k. nadgarstka (c. III) (rys. 352).

Kość nadgarstka druga wchodzi w związek: z — k. przypromieniową nadgarstka (r), z — trzecią k. nagarstka (c. III) i wreszcie z k. rylcowatą przyśrodkową (mc. II) i z trzecią kością śródręcza (mc. III) (rys. 352).

7) Kość nadgarstka trzecia (c. III) jest największą z kości nadgarstka. Ma ona kształt szerokiej płytki, zgnieconej w kierunku pionowym, a w której możemy rozróżnić dwie powierzchnie: stosunkowo szeroką choć niską powierzchnię grzbietową i znacznie węższą powierzchnię dłoniową (rys. 352).



Rys. 364. *Phoca groenlandica* Nills (wg. Owen'a), Zwrócić uwagę na pokrój całego ciała, poczynającego przybierać postać wrzecionowatą, na przykrócenie kończyn przednich, na ustawienie kończyn tylnych oraz na spięcie palców rąk i stóp błoną pławną *(membrana natatoria)*.

Kość nadgarstka trzecia styka się z kośćmi następującemi: wgórze z — k. pośrednią nadgarstka (i), wdole z — trzecią k. śródręcza (mc. III), przyśrodkowo z — drugą k. nadgarstka (c. II) i wreszcie bocznie z — k. haczykowatą (ha).

Zasługuje na uwagę, iż charakterystycznie spłaszczony swój kształt, opisywana kość posiada tylko u Kopytnych, albowiem u innych ssaków przyjmuje ona postać raczej wyciągniętego w kierunku pionowym słupka.

8) Ostatnią kość nadgarstka Koniowatych stanowi — kość haczykowata (ha), będąca jak już wiemy produktem zespolenia czwartej i piątej kości nadgarstka (c. IV + c. V) kręgowców niższych (rys. 352).

Kość haczykowata *(hamatum)* ma kształt klina o podstawie

zwróconej ku tyłowi i łączy się powierzchniami stawowemi z kośćmi następującemi: wgórze z — k. przyłokciową nadgarstka (u) i z — k. pośrednią (i), wdole z — trzecią kością śródręcza (mc III) i z — k. rylcowatą boczną (mc IV) i wreszcie przyśrodkowo z — trzecią kością nadgarstka (c. III) (rys. 352).

Powierzchnia stawowa górna całego szeregu drugiego posiada ukształtowanie typu falistego natomiast jego powierzchnia stawowa dolna, łącząca się ze śródręczem, ma postać dość nieprawidłową, zbliżoną jednak do typu płaskiego (rys. 365B, 366).

U Przeżuwaczy, mam w pierwszym rzędzie na myśli — *Bovinae*, nadgarstek składa się tylko z sześciu jednostek, któremi są: — k. przypromieniowa nadgarstka *(radiale)*, — k. pośrednia *(intermedium)*, — k. przyłokciowa nadgarstka *(ulnare)* i — k. dodatkowa *(accessorium)* w szeregu górnym; a w szeregu dolnym: — k. nadgarstka złożona *(carpale compositum* s. c. II + c.III) stanowiąca produkt ścisłego zespolenia drugiej (c. II) wraz z trzecią (c. III) kością nadgarstka oraz — k. haczykowata *(hamatum;* c. IV + c. V) (rys. 357).

Pomiędzy k. pośrednią z jednej strony a k. przypromieniową i k. przyłokciową widnieją szerokie szczeliny: otwór promieniowopośredni i otwór łokciowopośredni o których była już mowa przy omawianiu stosunków panujących Koniowatych. Ponadto k. przyłokciową cechują szerokie powierzchnie stawowe, służące do połączenia z końcem dolnym kości łokciowej, oraz obecność dużego, opuszczającego się — wyrostka haczykowatego *(proc. hamatus* R. P.) zestawiającego się rozległą — powierzchnią stawową łokciową — k. haczykowatej (rys. 357).

Jak już była wzmianka powyżej, u Mięsożernych kość przypromieniowa *(radiale)* zespala się ściśle z kością pośrednią *(intermedium)* w jeden niepodzielny twór złożony zwany — kością promieniowopośrodkową *(scapholunatum)* (rys. 354, 355).

Staw podramienno-nadgarstkowy *(art. antebrachiocarpea)* łączy powierzchnie stawowe nasad dolnych kości podramienia (przedewszystkiem kości promieniowej!) z powierzchniami stawowemi górnemi kości pierwszego szeregu nadgarstka (rys. 365, 365B, 366).

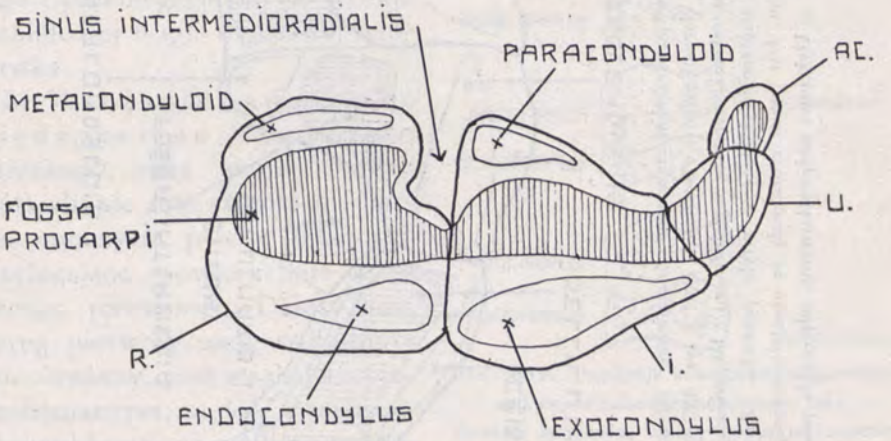
Jak zawsze, tak i tym razem ukształtowanie powierzchni stawowych jest ściśle uzależnione od rodzaju wykonywanych ruchów.

W kończynie typu chwytnego, powierzchnie stawowe kości podramienia przybierają postać owalnej panewki, pierwszy zaś szereg kości nadgarstka jajowego kłykcia (rys. 348).

Tym razem mamy więc do czynienia ze stawem jamowym — typu

o w a l n e g o *(art. elipsoidea)* pozwalającym na ruchy: — zginania *(flexio),* — prostowania *(extensio),* — przywodzenia *(adductio)* i — odwodzenia *(abductio)* jak to obserwujemy np. u człowieka. Należy podnieść że możliwemi są tutaj także — ruchy obrotowe *(rotatio)* ale jedynie o charakterze biernym. Jest rzeczą zastanawiającą ów brak możności wykonywania tych ruchów czynnie, jakkolwiek wszystkie mięśnie ku temu niezbędne istnieją... Fakt ten przemawia rozstrzygająco za tem że każdy ruch jest czynnością dla której jest niezbędny nietylko odpowiedni układ stawowomięśniowy ale że jest on w równym stopniu funkcją nastawienia układu nerwowego.

W typie kończyny nośnej, a zwłaszcza w wybitnie wyspecjalizowanej kończynie Kopytnych kształt powierzchni stawowych jest nieco odmienny. Powierzchnia stawowa kości podramienia jest naprzedzie wklęśnięta, a wtyle kłykciowato wzgęta (rys. 365); odwrotny układ



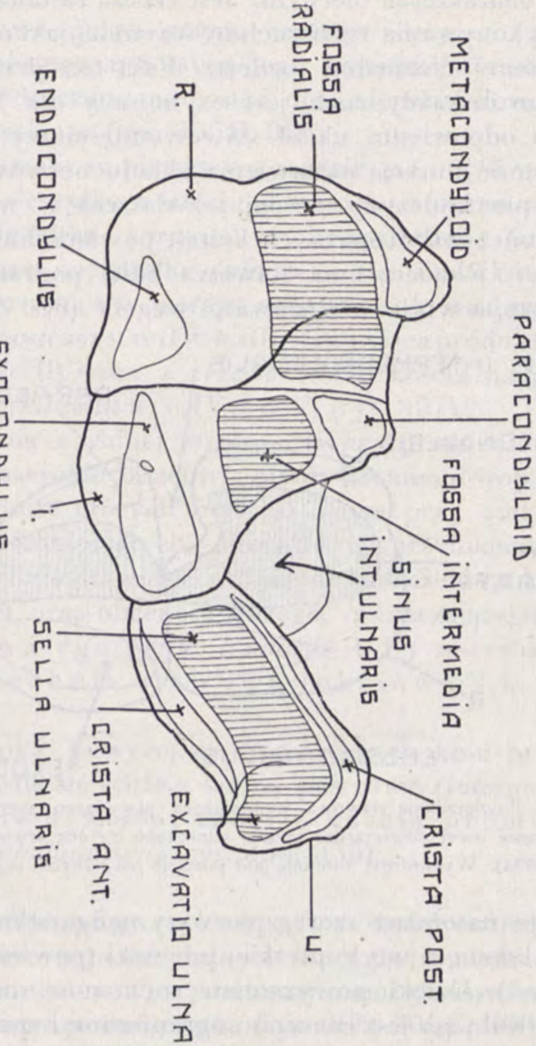
Rys. 365. Powierzchnia stawowa podramienna pierwszego szeregu nadgarstka Koniowatych. Ukształtowanie owej powierzchni zostało oznaczone metodą artrograficzną, wprowadzoną przez a u t o r a (1934). Wyniosłości widnieją pod postacią pól jasnych, zagłębienia jako pola kreskowane.

wykazuje natomiast szereg pierwszy nadgarstka: — naprzedzie ma on postać kłykcia, a wtyle płytkiej panewki (powierzchnia stawowa »typu falistego«!). Dzięki powyższemu ruchomość stawu w porównaniu do stawu owalnego jest znacznie ograniczona i sprowadza się jedynie do ruchów — zginania i — prostowania. Ruchy te jednak, zwlaszcza jeżeli chodzi o Koniowate, posiadają duży zakres, w znacznej mierze decydujący o postawie zginaczowo-wyprostnej całej kończyny. Widzimy to wyraźnie na rys. 362, 367 i 369.

Zarówno w pierwszym jak i w drugim przypadku jamę stawową zamyka ze wszech stron, cienka naprzedzie, a zgrubiała wtyle i po bo-

kach — t o r e b k a s t a w o w a *(capsula articularis)*. Wzmacniają ją więzadła następujące:

1) W i ę z a d ł o p o b o c z n e ł o k c i o w e *(lig. collaterale ulnare)*



Rys. 365A. Ukształtowanie powierzchni stawowej podramiennej pierwszego szeregu nadgarstka u Narostkowców *(Bovinae)*. Por. z rys. 355.

Pola jasne oznaczają wyniosłości, pola zakreskowane są wgłębieniami. Jak widać powierzchnie stawowe podramienne nadgarstka tworzą u Kopytnych naprzedzie kłykieć a wtyle panewkę. Zarówno kłykieć jak i panewka rozpościerają się w kierunku poprzecznym. Jest rzeczą zrozumiałą że ukształtowanie powierzchni nadgarstkowej podramienia jest podobne z tem jednak że kłykciowi nadgarstkowemu odpowiada panewka podramienna i vice versa.

ma kształt wąskiej taśmy ciągnącej się od powierzchni bocznej nasady dolnej k. łokciowej do k. przyłokciowej nadgarstka (u), k. haczykowatej (ha) i do główki k. rylcowatej bocznej (mc. IV).

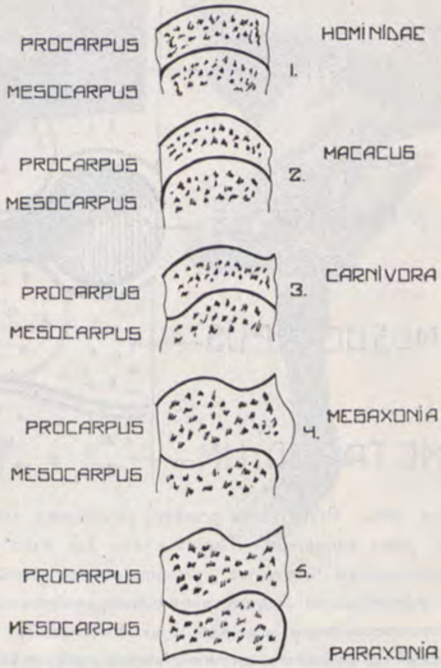
2) W i ę z a d ł o p o b o c z n e p r o m i e n i o w e *(lig. collaterale radiale)* rozpoczyna się na nasadzie dolnej kości promieniowej, poczem rozwijając się nakształt wachlarza kończy sie wdole szeregiem pasem na kościach następujących: k. przypromieniowej nadgarstka (r), drugiej k. nadgarstka (c. II) i na główce — k. rylcowatej przyśrodkowej (mc. II).

3) W i ę z a d ł a n a d g a r s t k a g r z b i e t o w e *(ligg. carpalia dorsalia)* i

4) W i ę z a d ł a n a d g a r s t k a d ł o n i o w e *(ligg. carpalia volaria)* mają kształt wąskich, poprzecznych pasem łączących sąsiadujące kości szeregu górnego i dolnego i przebiegających po stronie grzbietowej wzgl. dłoniowej nadgarstka.

5) W i ę z a d ł a n a d g a r s t k a m i ę d z y k o s t n e *(ligg. carpalia interossea)* mają postać bardzo krótkich, ale zato szerokich i bardzo mocnych pasem, łączących przylegające powierzchnie kości szeregu pierwszego. Dzięki nim, szereg pierwszy nadgarstka może być uważany, pod względem bjomechanicznym, za dość zwartą całość wykluczającą większą ruchomość!

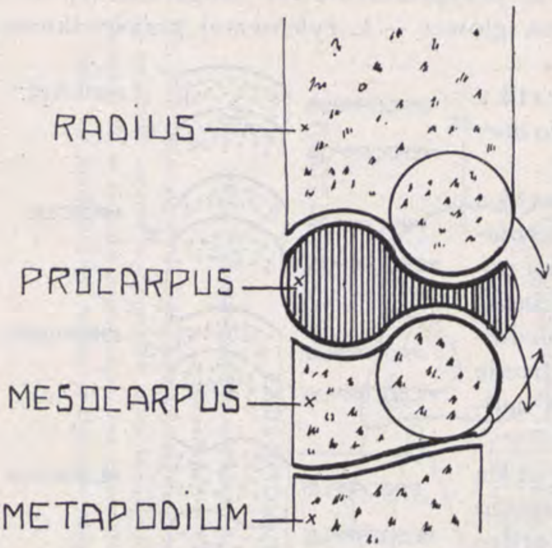
6) W i ę z a d ł o ł o k c i o w o g r o c h o w e *(lig. ulnopisiforme)* jest wiązką krótkich włókien więzadłowych ciągnących się od powierzchni tylnej nasady dolnej k. łokciowej do krawędzi górnej k. dodatkowej (ac).



Rys. 365 B. Przekroje strzałkowe nadgarstków ssaków, o różnej bjomechanice ręki. Zwrócić szczególną uwagę na sprawę tworzenia się powierzchni stawowych typu falistego u Kopytnych *(Mesaxonia, Paraxonia)* i na zaczątkowość tej budowy u Mięsożernych. Zarówno u *Hominidae* jak i u *Primates* powierzchnie stawowe górne procarpi i mesocarpi posiadają budowę kłykciowatą i dopiero u *Carnivora* powstaje wtyle płytki dół i niska wyniosłość. Przód nadgarstka znajduje się po stronie lewej rysunku, tył po stronie prawej.

7) W i ę z a d ł o g r o c h o w a t o ś r ó d r ę c z n e *(lig. pisimetacarpale)* ma kształt szerokiego i długiego pasma, rozpoczynającego się na krawędzi dolnej k. dodatkowej (ac) a kończącego się zaś na powierzchni tylnej nasady górnej k. rylcowatej bocznej (mc. IV). Więzadło grochowate utrzymuje we względnie stałem położeniu kość dodatkową (ac).

8) Więzadło nadgarstka poprzeczne *(lig. carpi transversum)* widnieje na stronie dłoniowej nadgarstka. Rozpoczyna się ono na nasadzie dolnej k. promieniowej, na k. przypromieniowej nadgarstka (r), na I wzgl. na II k. nadgarstka (c. I, c. II) i na główce k. rylcowatej przyśrodkowej (mc II), skąd ciągnie się wbok ponad — rynienką nadgarstkową *(sulcus carpalis)* przeistaczając ją w ten sposób — w przewód nadgarstkowy *(canalis carpalis)* poczem kończy się u krawędzi bocznej nadgarstka na: k. dodatkowej (ac), na k. haczykowatej (ha) i wreszcie na główce k. rylcowatej bocznej (mc IV) (rys. 361).



Rys. 366. Przedstawia przekrój strzałkowy, schematyczny, przez nadgarstek Koniowatych. Jak widać zarówno powierzchnia stawowa promieniowonadgarstkowa jak i powierzchnia stawowa śródnadgarstkowa posiadają obydwie budowę stawów typu falistego (p. rys. 367). Dzięki powyższemu pierwszy szereg nadgarstka *(procarpus)* odgrywa rolę klina albo może lepiej dwustronnego względnie mało ruchomego łożyska na którem może się odbywać ruch obrotowy kości promieniowej a jednocześnie samo łożysko *(procarpus)* przesuwa się ku tyłowi w oparciu o szereg drugi nadgarstka *(mesocarpus)*. Będzie to oczywiście — ruch zginania. W kierunku przeciwnym odbędzie się—ruch prostowania. Zaleca się porównać rysunek niniejszy z rys. 369. Na tem nie koniec! Ukształtowanie typu falistego powierzchni stawowych powoduje zmniejszenie parcia na 1 cm² zetknięcia kości, co może być, zwłaszcza w pewnych warunkach (uderzenie!), nader korzystne. Pozatem zwrócimy uwagę na ukształtowanie powierzchni stawowej, łączącej *mesocarpus* z — *metapodium*. Tego rodzaju budowa stawu nie daje się pogodzić z większym zakresem ruchów, z czego wynika że — staw nadgarstkowośródręczny jest mało ruchomy (podobnie jak i u innych ssaków!). Strzałkami oznaczono kierunki możliwych przesunięć kości okolicy nadgarstkowej.

Z powyższego wynika iż — przewód nadgarstkowy *(canalis carpalis)* (rys. 361) jest przewodem więzadłowokostnym o ścianie przedniej — kostnej, i ścianie tylnej — więzadłowej. Służy on głównie dla pomieszczenia ścięgien zdążających do członów palcowych.

Mechanika stawu promieniowo-nadgarstkowego: U Kopytnych w stawie tym, jak wspomniałem powyżej, mogą się odbywać tylko dwa ruchy, zachodzące w płaszczyźnie strzałkowej. Są to: — zginanie *(flexio)* wczasie którego cały górny szereg nadgarstka przesuwa się ku tyłowi i — prostowanie

(extensio), kiedy nadgarstek ślizgając się po powierzchni dolnej podramienia, ustawia się w przedłużeniu jego (rys. 367).

Stosunkowo dość znaczną ruchomość stawu hamują ścięgna prostowników i zginaczy palców, a ponadto nadmiernemu wyprostowaniu *(hyperextensio)* nadgarstka, w stosunku do podramienia, przeciwstawia się zgrubiała ściana tylna torebki stawowej.



Rys. 367 ma na celu przedstawienie stopnia oraz charakteru zgięcia ręki konia. Nalewo widnieje kończyna w położeniu wyprostnem (w stanie obciążenia naskutek uniesienia kończyny prawej!), powodującem zmniejszenie kąta śródręcznopalcowego. Naprawo ręka została zgięta co powoduje jak widać, automatyczne zgięcie (oczywiście w kierunku przeciwnym) stawu łokciowego. Zwrócić ponadto baczną uwagę na zachowanie się nadgarstka oraz porównać z rys. 369.

S t a w ś r ó d n a d g a r s t k o w y *(art. intercarpea)* jest stawem jamowym o budowie, wykazującej dużo podobieństwa do budowy stawu podramienno - nadgarstkowego. Łączy on obydwa szeregi nadgarstka, przyczem jeżeli chodzi o stosunki zachodzące u Kopytnych, odcinek przedni powierzchni stawowej szeregu górnego ma kształt wydłużonego poprzecznie — kłykcia, odcinek zaś tylny — podobnie wydlużonej panewki. Rozumie się samo przez się, iż ukształtowanie powierzchni górnej szeregu dolnego nadgarstka jest wręcz odmienne (rys. 365 B i 366). U Mięsożernych i u Naczelnych (rys. 365 B) ruchomość stawu śródnadgarstkowego jest bardzo ograniczona.

Torebkę stawową wzmacniają więzadła: a) — w i ę z a d ł o p o b o c z n e ł o k c i o w e *(lig. collaterale ulnare)*, b) — w i ę z a d ł o p o b o c z n e p r o m i e n i o w e *(lig. collaterale radiale)*, c) — w i ę z a d ł o n a d g a r s t k a g r z b i e t o w e *(lig. carpi dorsale)*, d) — w i ę z a d ł o n a d g a r s t k a d ł o n i o w e *(lig. carpi volare)* i e) — w i ę z a d ł a n a d g a r s t k a m i ę d z y k o s t n e *(ligg. carpalia interossea)* spajające w jedną całość poszczególne kości szeregu dolnego.

Zasługuje na uwagę, że jama stawowa łączy się z jamą stawu nadgarstkowo-śródręcznego za pośrednictwem wąskiego przewodu, wciskającego się między k. nadgarstka trzecią (c. III) i k. haczykowatą (ha) i którą to drogą stany zapalne jednego stawu mogą się z łatwością przenosić na staw sąsiedni.

Mechanika stawu śródnadgarstkowego. W stawie tym mogą zachodzić zasadniczo jedynie ruchy — zginania *(flexio)* i — prostowania *(extensio)* a ponadto, zwłaszcza o Kopytnych drobne przesunięcia boczne głównie wczasie opadania na kończyny przednie (podczas skoku!). Zakres owych ruchów jest bardzo różny u poszczególnych ssaków i w dużej mierze nieznany. W każdym bądź razie, czeka nas tutaj moc niespodzianek, o ile tylko badania rentgenologiczne znajdą większe rozpowszechnienie. Korzystając z załączonego rentgenogramu nadgarstka konia postaramy się zanalizować stosunki u Kopytnych (rys. 369).



Rys. 368. Szympans *(Authropopithecum troglodytes* L.) wczasie chodu po ziemi opiera się na dwóch ostatnich, ugiętych członach palców ręki. Zwraca uwagę przewaga długościowa kończyn przednich nad tylnemi oraz przeciwstawność palca I stopy (fot. dr. A. Rząśnickiego).

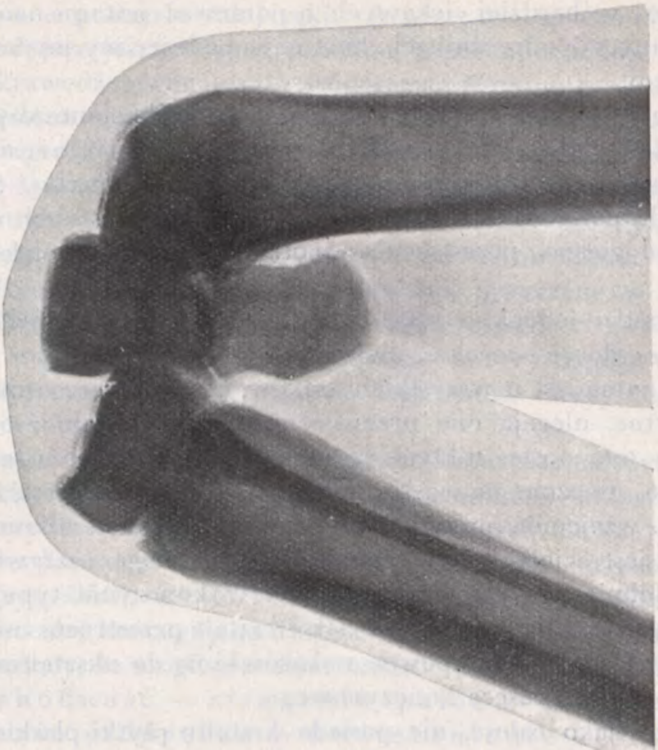
Otóż, jak widać przy zgięciu nadgarstka największy odstęp międzykostny tej okolicy ukazuje się między pierwszym i drugim szeregiem nadgarstka! Jest to staw śródnadgarstkowy i w nim to właśuie następuje obrót szeregu dolnego nadgarstka w stosunku do szeregu górnego. Obrót ten jest szczególnie ułatwiony dzięki tej okoliczności, że jak wiemy ukształtowanie powierzchni owego stawu przedstawia typ falisty (por. z rys. 366!). Ze względu na to, że zupełnie analogicznie przedstawia się budowa omawianego stawu u Narostkowców, należy przeto wnosić, że i u nich zgięcie całej ręki jest w znacznym stopniu wykonane w stawie śródnadgarstkowym.

W dalszym ciągu łatwo stwierdzić, że zgięciu palca towarzyszy obrót szeregu pierwszego nadgarstka dookoła osi przeprowadzonej poprzecznie przez koniec dolny kości promieniowej (a więc w stawie promieniowo-nadgarstkowym), ruch który jednak pod względem swego zakresu ustępuje miejsce stawowi śródnadgarstkowemu.

Co się tyczy stawu śródręcznonadgarstkowego, to podobnie jak i u innych ssaków wykazuje on bardzo słabo wyrażoną ruchomość.

U *Hominidae* bjomechanika nadgarstka jest nader zawiła a znana nam jest w głównych zarysach dzięki badaniom R. Fick'a. Otóż, wiemy obecnie że w stawie podramienno-nadgarstkowym zachodzą jedynie ruchy — przywodzenia

(adductio) i — odwodzenie *(abductio)* natomiast w ruchach zginania — prostopracują obydwa stawy jednocześnie, mam na myśli staw podramiennonadgarstkowy i staw śródnadgarstkowy.



Rys. 369. Okolica nadgarstkowa konia w stanie maksymalnego zgięcia (zdjęcie wykonał doc. dr. Józef Kulczycki). Z trzech pięter stawowych okolicy nadgarstkowej: staw podramienno-nadgarstkowy, staw śródnadgarstkowy, staw śródręczno-nadgarstkowy, największe odchylenie przedstawia staw śródnadgarstkowy, a następnie staw podramienno-nadgarstkowy. Staw śródręcznonadgarstkowy nie wykazuje zmian dostrzegalnych.

b. Śródręcze.

(Metacarpus s. metapodium ant.).

W skład — śródręcza *(metacarpus)* wchodzi pięć — kości śródręcza (s. *metacarpalia* — mc.), pod względem kształtu, bardzo do siebie podobnych. Tyczy się to, oczywiście, ręki pięciopalczastej, a więc przedewszystkiem typu kończyny chwytnej, albowiem w typie nośnym, równolegle do strącania palców pobocznych postępuje również,

z pewnem opóźnieniem[1]), uwstecznienie i odnośnych kości śródręcza (rys. 351, 354).

Rozdział osteologji, obejmujący śródręcze (i śródstopie!) jest jednym z rozdziałów najbardziej ciekawych, a ponieważ jest on naogół mniej uwzględniany w podręcznikach anatomji, poświęcimy mu zatem tutaj więcej uwagi.

Poszczególne kości śródręcza są od siebie oddzielone za pośrednictwem podłużnych, raczej wąskich — przestrzeni międzykostnych śródręcza *(spatia interossea intermetacarpalia)* (rys. 347), służących do pomieszczenia drobnych mm. międzykostnych ręki. Zupełnie analogiczne przestrzenie spotkamy dalej w obrębie śródstopia.

Jeżeli chodzi jednak o rękę to owe przestrzenie są u *Hominidae* i u *Primates* dosyć szerokie, zwłaszcza w odcinku dolnym śródręcza (rys. 347), natomiast u wszystkich ssaków, których ręce utraciły własności chwytne, ulegają one przewężeniu (rys. 347) tak, iż ostatecznie przybierają one postać nikłych szczelin, a kości śródręcza są do siebie przyciśnięte, stłoczone na wąskiej przestrzeni[2])! Jasnem jest, że w tych warunkach wzajemna przesuwalność kości śródręcza niknie zupełnie (nigdy nie jest wielka!) a płytka śródręczna ulega usztywnieniu, co prewdopodobnie nie jest bez znaczenia w kończynie typu nośnego. W ten sposób zarówno wielkość jak i kształt przestrzeni międzykostnych śródręcza może dać pewne wskazówki co do ukształtowania pozostałych partytur kośćca kończynowego.

Śródręcze, jako całość, nie posiada kształtu płytki płaskiej lecz ma postać rynienki, szeroko otwartej ku tyłowi i stanowiącej pewnego rodzaju przedłużenie rynienki nadgarstkowej *(sulcus carpi)*. Owa rynienka, którą nazwiemy — rynienką śródręczną *(sulcus metacarpi* R. P.) jest płytka w typie ręki chwytnej, natomiast w typie nośnym ulega ona pogłębieniu równolegle do pjonizacji autopodium i do sprawy strącenia palców pobocznych (rys. 355).

Znaczenie rynienkowatego ukształtowania śródręcza jest dwojakie (podobnie jak nadgarstka!): z jednej strony chroni ono od ucisku naczynia i nerwy przebiegające po stronie dłoniowej ręki a z drugiej wzmaga wytrzymałość tego odcinka kończyny (każda płytka wygięta

[1]) Owe opóźnienie stwierdzamy, oczywiście, li tylko w przypadkach pleziometakarpalizmu (p. dalej!) albowiem w telemetakarpalizmie uwstecznienie palca i odnośnej kości śródręcza przebiega bardziej równolegle.

[2]) Czyż nie zupełnie analogiczny objaw zauważyliśmy w podramieniach oraz w kręgosłupie? Wszak i tam zmniejszeniu ruchomości towarzyszyło przewężenie przestrzeni międzykostnej podramienia i szpar międzyłukowych (p. dalej!).

rynienkowato wykazuje większą odporność na złamanie aniżeli takaż sama płytka płaska!).

Co się tyczy położenia śródręcza to jest ono rzecz prosta ściśle podporządkowane postawie całej ręki. A więc, u stopochodów *(plantigrada)* śródręcze jest położone poziomo, u półstopochodów *(semiplantigrada)* krawędź górna płytki śródręcznej *(lamina matacarpea)* jest nieco uniesiona i wreszcie u palcochodów *(digitigrada)* i u kopytochodów *(unguligrada)* całe śródręcze jest spjonizowane (rys. 373).

K o ś c i ś r ó d r ę c z a należy zaliczyć do rzędu kości długich z tem jednak zastrzeżeniem, że podczas, gdy przeciętna kość długa posiada dwie nasady, odpowiadające dwóm odrębnym ośrodkom kostnienia, kości śródręcza są kośćmi jednonasadowemi, przyczem za wyjątkiem kości śródręcza pierwszej (mc. I), posiadającej nasadę w końcu górnym kości, we wszystkich pozostałych (mc. II — mc. V) nasada odpowiada końcowi dolnemu kości. Przyczyna tego stanu rzeczy niemoże być chwilowo wytłumaczona.

Powracając do cechy długościowej kości śródręcza należy zauważyć, że w tym kierunku dają się zauważyć dwa zasadnicze odchylenia. Mam na myśli: wydłużenie oraz skrócenie. Otóż, jeżeli chodzi o wydłużenie to stwierdzamy je u Rękoskrzydłych i u długokończynowych Kopytnych (rys. 350), u których odgrywa ono pierwszorzędną rolę w rozroście całej kończyny na długość! Objaw ten jest tak powszechny i tak uderzający, że mógłby znaleźć miejsce w poniższem zestawieniu:

p a l c o c h o d n o ś ć — s t r ą c e n i e p a l c ó w p o b o c z n y c h — w y d ł u ż e n i e ś r ó d r ę c z a — u w s t e c z n i e n i e k o ś c i ł o k c i o w e j — z a n i k o b o j c z y k a!

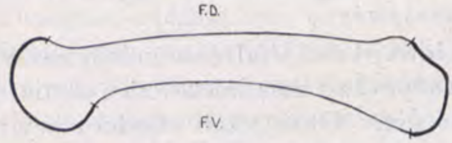
Zupełnie analogiczna współrzędność występuje również i w kończynach tylnych.

Objaw odwrotny t. j. przykrócenie śródręcza obserwujemy w tych wszystkich przypadkach, kiedy powierzchnia dłoniowa jest zmuszona pokonywać duży opór w technice przenosinowej. Przyczem nie odgrywa tutaj żadnej roli charakter oporu... Może być nim zarówno woda jak ziemia lub usypisko termitowe... W taki to sposób zarówno u Waleniowatych jak i u wszystkich ssaków grzebiących *(Talpinae, Myrmecophagidae)* kości śródręcza są natyle przykrócone, że upadabniają się do członów palcowych a nawet do kości nadgarstka (rys. 363).

Przechodząc zkolei do określenia kształtu kości śródręcza to należy zauważyć, że za postać wyjściową należy uznać postać pałąkowatą (p. str. 404), w tem mianowicie znaczeniu. że cała kość jest łukowato wygięta, (rys. 370) w taki sposób, że — p o w i e r z c h n i a g r z b i e t o w a *(facies dorsalis)* kości jest wypukła, — p o w i e r z c h n i a zaś

d ł o n i o w a *(facies palmaris)* wklęsła. W ten sposób śródręcze, jako całość, przyjmuje postać płaskiego sklepienia, przerzuconego od krawędzi dolnej nadgarstka do pierwszych członów palcowych, sklepienia podwójnego, dwukierunkowego, jeżeli weźmiemy pod uwagę i ukształtowanie rynienki śródręcznej! O znaczeniu mechanicznem takiej właśnie budowy kości była mowa uprzednio. Postać łukowatą śródręcza znajdujemy u wszystkich ssaków za wyjątkiem kopytochodów *(unguligrada)* u których równolegle do szczytu pjonizacji palców następuje nadanie kościom śródręcza postaci nieomal prostej (rys. 379).

W każdej z kości rozróżniamy: część pośrodkową albo — t r z o n *(corpus os. metacarpalis)* oraz dwa zgrubiałe końce — k o n i e c g ó r n y albo — p o d s t a w ę *(extremitas sup. s. basis)*, nawiązujący łączność z odpowiednią kością nadgarstka, oraz — k o n i e c d o l n y albo — g ł ó w k a *(extremitas inf. s. capitulum)*, stanowiący miejsce osadzenia pierwszego człona palca (rys. 371).



Rys. 370. Kość śródręcza V lwa, widziana na przekroju podłużnym.
Zwrócić szczególną uwagę na łukowatą budowę całej kości oraz na zmienny promień krzywizny główki *(capitulum)*.

Co się tyczy stosunku podstaw kości śródręcza do drugiego szeregu kości nadgarstka to teoretycznie k. śródręcza I łączy się z k. nadgarstka I *(carpale* I) i t. d. aż po kk. śródręcza IV i V (mc. IV et V), które nawiązują łączność z k. haczykowatą, jako z produktem zespolenia się kości nadgarstka IV i V. W rzeczywistości jednak stosunki układają się w sposób bardziej urozmaicony! I tak, kość śródręcza II (mc. II) często wiąże się nietylko z odpowiadającą jej kością nadgarstka II (mc. II) ale również i z kością nadgarstka I (mc. I), a k. śródręcza IV (mc. IV) chętnie styka się poza k. haczykowatą (ha) i z kością nadgarstka III (mc. III). W ten sposób może mieć miejsce tutaj, pewnego rodzaju, wklinowanie się kości śródręcza w obręb drugiego szeregu kości nadgarstka co niewątpliwie wpływa usztywniająco na tę okolicę kośćca ręki (rys. 355).

Czyż należy podkreślić, że objaw ten, który nazwiemy k a r p a l i z a c j ą kości śródręcza (R. P.), wykazuje duże nasilenie u Kopytnych, a zpośród nich u Koniowatych? Wszak równolegle do przerostu III kości śródręcza na długość występuje u tych Nieparzystokopytowców przerost owej kości na szerokość, naskutek czego nie tracąc związku z k. nadgarstka trzecią (c. III) nawiązuje ona bardzo rozległy stosunek z kością haczykowatą (ha)! (rys. 350). W związku z powyższem ude-

rza duża zachowawczość składników nadgarstka, gdyż ostatecznie w ślad za strąceniem palców pobocznych powinno zajść i uwstecznienie a nawet zanik kości nadgarstka pobocznych... Tak jednak nie jest, a przynajmniej nie w tym stopniu w jakim należałoby oczekiwać! Tkwi w tem wszystkiem pewna zagadka, którą trudno by było obecnie rozwiązać.

Powierzchnia stawowa końca nadgarstkowego jest zazwyczaj, mniej lub bardziej, płaska (mała ruchomość!), natomiast powierzchnia stawowa końca palcowego posiada kształt — g ł ó w k i *(capitulum os. metacarpalis)* lub częściej — b l o c z k a *(trochlea os. metacarpalis)* (rys. 370, 373, 378, 380 A).

Zarówno budowa jak i kształt kości śródręcza są ściśle uzależnione od własności czynnościowych ręki (por. rys. 363 z rys. 355!).

Przegląd poszczególnych typów rozpoczniemy od analizy stosunków u człowieka, jako od istoty, wykazującej pod tym względem stosunki bardzo pierwotne, a skończymy na bardzo wybitnie wyspecjalizowanej kończynie Koniowatych.

Otóż, u c z ł o w i e k a kości śródręcza (rys. 371) mają postać wysmukłych, lekko wygiętych w kierunku dłoniowym pałeczek, rozchodzących się wachlarzowato od krawędzi dolnej nadgarstka. Wynika z tego przejrzyście że końce dolne składników śródręcza są od siebie bardziej oddalone, aniżeli wgórze, gdzie stykają się ze sobą niewielkiemi, płaskiemi — p o w i e r z c h n i a m i m i ę d z y ś r ó d r ę c z n e m i *(facies artt. intermetacarpales)*. Tego rodzaju ukształtowanie powierzchni stycznych przemawia zatem, że odnośne — s t a w y m i ę d z y ś r ó d r ę c z n e *(artt. intermetacarpales)* wykazują małą ruchomość[1]).

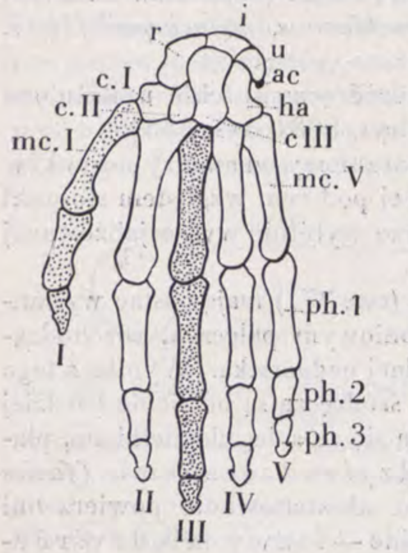
Końce górne kości śródręcza albo lepiej — n a s a d y są wypożone w płaskie — p o w i e r z c h n i e n a d g a r s t k o w e *(facies carpales)*, nawiązujące łączność z odnośnemi kośćmi nadgarstka. K o ń c e d o l n e mają postać jajowatych — g ł ó w e k *(capituli oss. metacarpalium)* (rys. 375A), a których powierzchnie stawowe sięgają dalej po stronie dłoniowej, aniżeli po stronie grzbietowej. Główki służą do połączenia z pierwszym członem palców, a rozleglejszy zasięg powierzchni stawowej po stronie dłoniowej świadczy za tem, że zakres ruchów zginaczowych palców o wiele przewyższa zakres ruchów prostowniczych. Jest to zresztą zasada ogólna, odstępstw od której nie byłbym w stanie wymienić (rys. 370). No, gdyż ostatecznie ruchy zginaczowe posiadają zgoła inną wagę w bjomechanice ręki aniżeli ruchy prostownicze!

---

[1]) Mogą tutaj zachodzić jedynie drobne przesunięcia, których jednak nie należy lekceważyć, albowiem sprzyjają one w wysokiem stopniu wyelastycznieniu całej ręki. Dowodem tego, możność zgniecenia ręki w kierunku poprzecznym i zdolność wyżłobienia jej pod postacią miseczki.

Należałoby dalej oczekiwać w pobliżu powierzchni stawowej główki, jakichkolwiek śladów układu więzadłowego stawu śródręcznopalcowego. A ponieważ w stawach śródręcznopalcowych zachodzą wyłącznie ruchy zginania — prostowania, a przeto owych śladów szukalibyśmy po bokach główki... I są tam, istotnie, przyoblekając postać płytkich — dołków więzadłowych *(foveae ligamentosae)*.

Znacznie węższemi aniżeli obydwa końce są — trzony *(corpora oss. metacarpalium)*, mające kształt pryzmatycznych beleczek o ostrej krawędzi zwróconej dłoniowo (rys. 347).



Rys. 371. Powierzchnia grzbietowa ręki człowieka. Palec osiowy (III) oznaczono kropkowaniem; palec przeciwstawny (I) krzyżykowaniem. r — *radiale*, i — *intermedium*; u — *ulnare*; ha — *hamatum*; mc. I — *metacarpale I*; ph. 1 — *phalanx prima*.

Sąsiadujące trzony są od siebie przedzielone szerokiemi, podłużnemi — przestrzeniami międzykostnemi śródręcza *(spatia interossea metacarpi)* (rys. 347), stanowiącemi dalszy ciąg odpowiednich szczelin międzypalcowych *(fissurae interdigitales)*.

Najdłuższą jest zawsze kość śródręcza trzecia (mc. III) co nadaje całej ręce postać budowy śródosiowej. Najkrótszą jest kość śródręcza pierwsza (mc. I). Jest ona osadzona na pierwszej kości nadgarstka (c. I) (rys. 371) a stykające się powierzchnie stawowe wykazują charakter wybitnie siodełkowaty *(art. sellaris)*, natyle wyraźny iż ten staw właśnie tj. — staw śródręczno-palcowy pierwszy podaje się jako przykład dla stawów typu siodełkowatego (wszak tak ubogich w przedstawicieli!).

Owa budowa siodełkowata omawianego stawu, jest morfologicznem podłożem ruchów, tak niesłychanie ważnych w typie ręki chwytnej, ruchów, które ujmujemy pod nazwą — ruchów przeciwstawnych *(oppositio)*. Jak wiadomo, przeciwstawnością nazwano ruchy, które umożliwiają bezpośrednie zetknięcie się końca palca I z powierzchnią dłoniową wszystkich palców pozostałych. A więc, ruchem przeciwstawnym trzymamy pióro w ręku, ujmujemy drobne przedmioty itd., jednem słowem wnosi on nowe, i to nader cenne wartości, w kapitał ruchowy ręki chwytnej.

Z powyższego wynika, że przeciwstawność jest ruchem o charakterze złożonym, w skład jego bowiem wchodzą jednocześnie ruchy zgi-

nania — prostowania i ruchy odwodzenia — przywodzenia co razem sprawia, że czynnościowo staw siodełkowaty zdradza duże podobieństwo do stawów typu kulistego. W życiu codziennem posiłkujemy się ruchami stawu śródręczno-nadgarstkowego I dosłownie na każdym kroku...

Łatwo zrozumieć, że te właśnie własności połączenia *metacarpale I — carpale I* albo, inaczej mówiąc stawu śródręczno-nadgarstkowego palca I posiadają zupełnie wyjątkowe znaczenie w środowisku nadrzewnem. Tem należy wytłumaczyć, że z jednej strony ów staw posiada identyczną budowę u wszystkich Naczelnych, a że z drugiej podlega przekształceniu w zwykły staw zawiasowy w kończynach typu nośnego. W taki to sposób uwstecznienie palca I jest jednocześnie synonimem zmian w budowie stawu śródręczno-nadgarstkowego I.



Rys. 372. *Ateles* Geoffr. (wg. Pander'a i d'Alton'a). Jak widać zarówno ręce jak i stopy przedstawiają budowę stopochodną, podramię jest typu wolnego (p. str. 456), palce I rąk i stóp posiadają własności przeciwstawne.

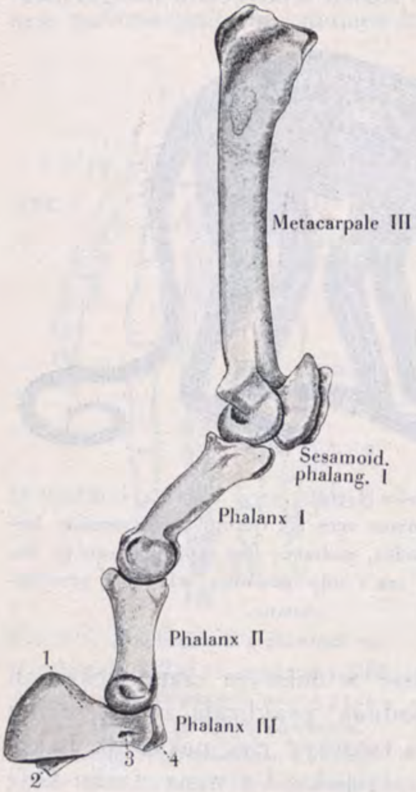
Nieco inaczej aniżeli u człowieka, sprawa przedstawia się u N a c z e l n y c h. Wprawdzie w dalszym ciągu ręka ich posiada własności chwytne, ponieważ jednak przybrała ona wtórnie postać — ręki czepnej (palce II-V mogą tworzyć coś nakształt haku, służącego do zaczepiania się o gałęzie), cały palec I a wraz z nim kość śródręczna I uległa przykróceniu, przykróceniu powtarzam o charakterze wtórnym.

Wynika z tego jasno, że wbrew pozorom ręka człowieka posiada budowę bardziej pierwotną aniżeli autopodium Naczelnych!

Nie potrzebuję dodawać, że wszystkie kości śródręcza są ukryte w miąższu dłoni *(palma)*.

U *Fissipedia*, utrata własności chwytnych, wyraża się przewężeniem przestrzeni międzykostnych (rys. 354), skróceniem palca pierwszego, (W. p.: $\frac{a < 2 < III = IV > 5}{2 < III = IV > 5}$), wraz z przykróceniem odnośnej kości śródręcza (mc. I) i wreszcie zmiejszeniem ruchomości stawu śródręcz-

no-nadgarstkowego I, aż do jego unieruchomienia włącznie z utratą związku mc. I z c. I. Wyjątek stanowią oczywiście *Ursidae* u których, jak wiadomo palec pierwszy ręki jest zupełnie dobrze rozwinięty (W. p.: $\frac{I = II = III = IV = V}{I = II = III = IV = V}$ p. tom I str. 36!). Co się tyczy nasad, to są one jakgdyby stłoczone, a ponadto nasada mc. III pokrywa nieco dachówkowato nasadę mc. IV, ta zaś ze swej strony zachowuje się podobnie w stosunku do nasady mc. V (rys. 355). Nasada mc. II, jest głęboko wciśnięta w obręb nagdarstka, stykając się tem nietylko z c. II (co jest prawidłem!) ale ponadto z c. III, z c. I, a często i ze *scapholunatum* (r + i) (rys. 354).



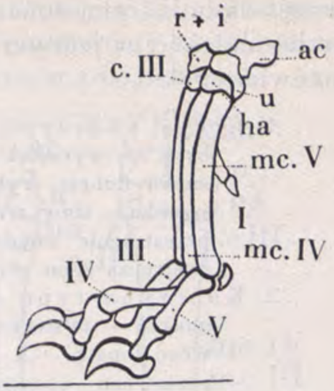
Rys. 373. III palec ręki lwa *(Felis leo* L.) w położeniu zwykłem.
1 — obrąbek pazurowy; 2 — stożek pazurowy; 3 — otwór pazurowy; 4 — guzek pazurowy.

Znacznie donioślejsze odchylenia od stosunków opisanych u *Hominidae* stwierdzamy w obrębie główek kości śródręcza t. j. w obrębie ich końców dolnych. Była wzmianka powyżej, że owe główki posiadają powierzchnie stawowe jajowate, które umożliwiają nietylko ruchy zginania — prostowania, ale również, choć w stopniu drobnym, ruchy odwodzenia — przywodzenia, które umożliwiają nam zsuwanie palców i ich rozsuwanie przez co szpary międzypalcowe ulegają otwarciu wzgl. zamknięciu. Wraz z przeistoczeniem ręki chwytnej w typ ręki nośnej, ruchy prostowania — zginania, nie uległy ograniczeniu, ofiarą jednak padły ruchy odwodzenia — przywodzenia. Kosztem ustalenia i wzmocnienia stawów śródręcznopalcowych, nastąpiło zubożenie ruchowe. Wyrazem tego nowego stanu rzeczy jest pojawienie się w części tylnej powierzchni stawowej główki, pośrodkowo ustawionej listewki, którą nazwiemy — grzebieniem kierunkowym *(crista sagittalis)* (rys. 354 A).

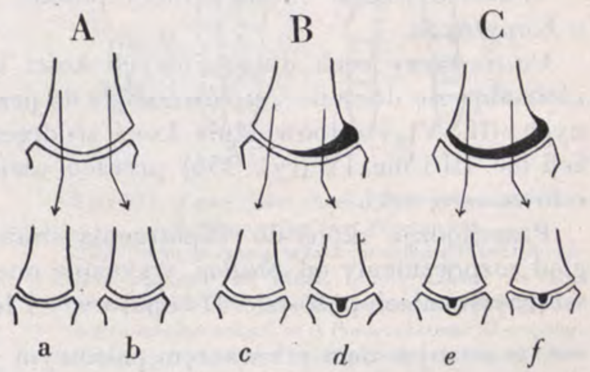
Grzebień ten jest wtyle wysoki w miarę tego jednak jak się posu-

wamy ku przodowi staje się on coraz niższy i wreszcie ginie zupełnie (rys. 375A). Jest rzeczą samą przez się zrozumiałą, że owemu grzebieniowi odpowiada, podobnie ukształtowany, — rowek kierunkowy *(sulcus sagittalis)*, znajdujący się na końcu górnym pierwszego członą palca (ph. 1). W ten sposób — typ główkowaty końca dolnego kości śródręcza przekształcił się w — typ bloczkowy, a który znajdzie swój ostateczny wyraz w kończynach Kopytnych. Pragnę już tutaj zaznaczyć, że zupełnie podobny układ stosunków znajdujemy i w obrębie kończyn tylnych co nas zwolni do powracania raz jeszcze do tej sprawy.

Ale na tem nie koniec! Śledząc uważnie rozwój rodowy stawów na całej przestrzeni od nadgarstka aż po człon ostatni palca (p. dalej) uderzy nas niewątpliwie pewien szczegół, który zazwyczaj w ocenie morfologicznej kończyn bywa pomijany. Otóż, ze wszystkich »pięter« stawów śródręcza — palców jedynie staw śródręcznopalcowy wykazuje najpoważniejsze przekształcenia w trakcie przeistaczania się ręki typu chwytnego w typ ręki podporowo-nośnej! Ten staw właśnie, jak żaden inny, jest »punktem krytycznym« przekształceń ręki a jednocześnie probierzem czynnościo-



Rys. 374. Lewa ręka palcochodnego psa, widziana zboku.
Znaczenie skrótów: r + i — *scapholunatum*; ac — *accessorium*; c. III — *carpale III*; u — *ulnare*; ha — *hamatum*; mc V — *metacarpale V*. W miejscu spotkania kości śródręcza z pierwszym członem palca widnieją wtyle—trzeszczki śródręcznopalcowe.



Rys. 375. Analiza ukształtowania stawu śródręcznopalcowego u Naczelnych (A), u Mięsożernych (B) i u Koniowatych (C). Szereg górny rysunków wyobraża przekroje strzałkowe, szereg dolny przekroje poprzeczne, wykonane w płaszczyznach wskazanych strzałkami. Grzebień kierunkowy *(crista sagittalis)* oznaczono czarnem pasmem. Jak widać grzebień kierunkowy pojawia się dopiero u Mięsożernych i to tylko w partyturze tylnej stawu, natomiast u Koniowatych rozpościera się on aż po powierzchnię przednią ręki. Omawianemu grzebieniowi odpowiada na podstawie pierwszego członu palca rynienka.

wym własności całej kończyny, dość że nie zawahałbym się tę właśnie cechę umieścić na jednym poziomie z innemi cechami, które były już omówione:

1. Cechy kończyny typu chwytnego: rękojeść mostka, — obojczyk — wyrostek barkowy łopatki — k. ramienna długa — k. łokciowa dobrze wykształcona — przestrzeń międzykostna podramienia szeroka — staw śródręczno-nadgarstkowy I typu siodełkowatego — przestrzenie międzykostne śródręcza szerokie — końce dolne kości śródręcza typu główkowatego.
2. Kończyna typu podporowonośnego: uwstecznienie rękojeści mostka — uwstecznienie obojczyka — uwstecznienie wyrostka barkowego łopatki — k. ramienna skrócona — k. łokciowa uwsteczniona — przestrzeń międzykostna podramienia wąska — palec I uwsteczniony — przestrzenie międzykostne śródręcza przewężone — końce dolne kości śródręcza typu bloczkowego.

Z litanji tych zestawień wynika jasno, że ograniczeniu czynnościowemu towarzyszy niezmiennie pewne ograniczenie morfologiczne, które wypływa chociażby z często powtarzających się wyrazów »uwstecznienie«...

Postać którą przybiera grzebień kierunkowy u Mięsożernych nazwiemy — grzebieniem kierunkowym niezupełnym (R.P.).

Wkrótce będzie mowa o innej postaci, występującej tym razem u Kopytnych.

Co się tyczy cech długościowych kości śródręcza Mięsożernych to nietrudno się domyśleć, że równolegle do przykrócenia palców pobocznych (II, V) i odpowiednie kości śródręcza są nieco krótsze aniżeli mc. III i mc. IV (rys. 355) przezco uwidacznia się budowa przyosiowa całej ręki.

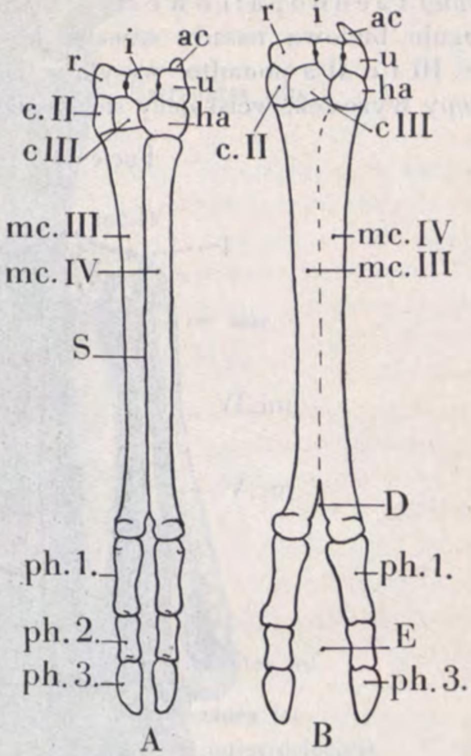
Przechodząc zkolei do rozpatrzenia stosunków u Kopytnych przegląd rozpoczniemy od *Suidae,* wykazują one bowiem mniej odchyleń wtórnych aniżeli pozostałe, Dwupalcowce i Jednopalcowce! Otóż, zgodnie, ze znanym nam już wzorem palcowym $\frac{b + III = IV + e}{b + III = IV + e}$, Świniowate są Przyosiowcami *(Paraxonia)* o czteropalczastej budowie ręki pod względem morfologicznym, ale która jest czynnościowo ręką dwupalczastą (rys. 376).

A więc, coś jakgdyby etap pośredni między stosunkami u Mięsożernych i Narostkowców! Należy tutaj dodać, że z badań O. Abel'a wynika, iż z dwóch palców pośrodkowych (III i IV) (rys. 378) dobrze rozwiniętych, palec IV jest bardziej wysunięty ku przodowi i że na niego to głównie przenosi się ciężar wywierany przez kończynę. Przyczyna tego stanu rzeczy niemoże być łatwo wytłumaczona!

W związku z uwstecznieniem palców pobocznych (II i V) odnośne kości śródręcza są przykrócone (rys. 378) i przesunięte ku tyłowi naskutek czego rynienka śródręczna ulega znacznemu pogłębieniu.



Rys. 376. Obraz rentgenologiczny lewej ręki świni dom. Znaczenie skrótów: R — k. promieniowa; U — k. łokciowa; F — linja stawu podramienno-nadgarstkowego; r — k. przypromieniowa; u — k. przyłokciowa; T — *for. intermedioulnare* (R. P.); c. III — k. nadgarstkowa III; ha — k. haczykowata.

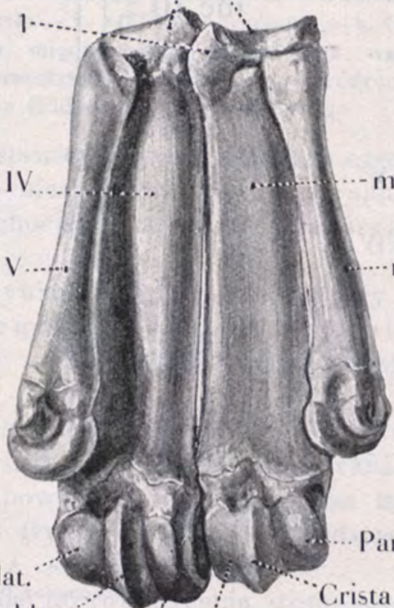


Rys. 377. Lewe ręce: A — ✝ *Poëbrotherium*; B — ✝ *Procamelus* (wg. Wortman'a).
Tym razem jesteśmy wśród przodków Wielbłądowatych, przyczem, jak widać, sprawa scalenia się kości śródręcza III i IV jest dalej posunięta u późniejszego ✝ *Procamelus* aniżeli u ✝ *Poëbrotherum!* D — pozostałość po przestrzeni międzykostnej śródręcza *(spatium interosseum metacarpi)*; E — szpara międzypalcowa (szerokość jej rozstrzyga o stopniu rozstawienia palców, co posiada duże znaczenie podczas chodu na podłożu ustępliwem), s — *sulcus medianus ant.* (na rys. B z powodu braku owego rowka granicę między obiema kośćmi śródręcza oznaczono linją przerywaną).

Zupełna utrata palca I pociągnęła za sobą zanik pierwszej kości nadgarstka (c. I)[1]).

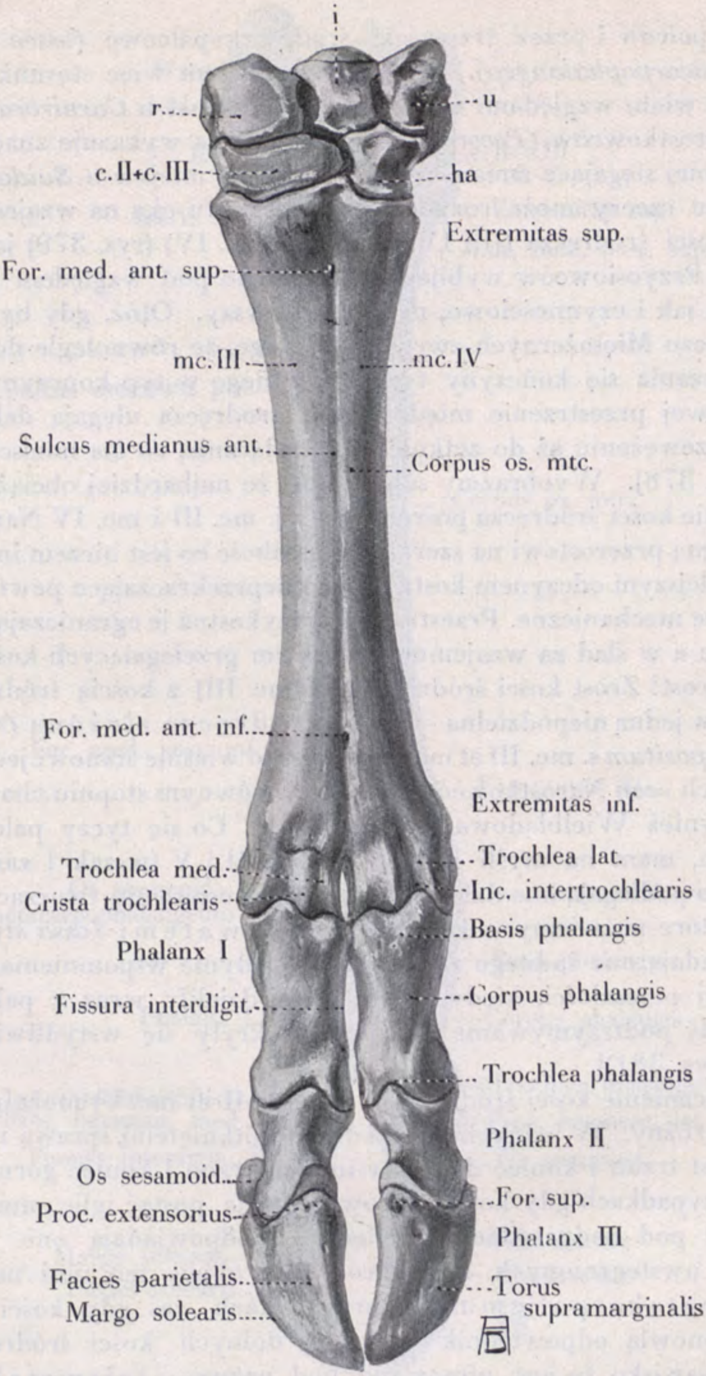
[1]) Niekiedy widnieje ona jednak pod postacią bezkształtnej bryłki, przylegającej do powierzchni przyśrodkowej c. II.

Kości śródręcza pośrodkowe (mc. III i mc. IV) są grube i raczej krótkie, a w każdym bądź razie nic nie wskazuje na ich wydłużenie, które jest tak uderzające u szybkobieżnych D w u p a l c o w c ó w *(Bovinae)* i J e d n o p a l c o w c ó w *(Equidae)!* Na szczególną uwagę zasługuje budowa nasady trzeciej kości śródręcza. Otóż styka się ona z c. III i c. II a ponadto wysyła w kierunku kości haczykowatej (ha) krępy wyrostek, wciskający się między nasadę mc. IV i c. III.



Rys. 378. Lewe śródręcze ś w i n i d o m., widziane od tyłu, celem przedstawienia rynienki śródręcznej *(sulcus metacarpi)* i grzebieni strzałkowych główek *(cristae trochleares)*, 1 — *tbs. basis os. metacarpalis III.*
Zwrócić uwegę na przesunięcie się ku tyłowi uwstecznionych kości śródręcza II i V (mc. II, mc. V).

Nazwiemy go — w y r o s t k i e m h a c z y k o w a t y m *(proc. hamatus)*. Jest on zjawiskiem dosyć częstem u Mięsożernych i posiada prawdopodobnie pewne znaczenie bjomechaniczne, chwilowo nam nieznane. Końce dolne kości śródręcza są zaopatrzone w — g r z e b i e n i e k i e r u n k o w e *(cristae sagittales)* typu niezupełnego i są osadzone w bardzo obszernych łożyskach stawowych utworzonych przez pierwsze



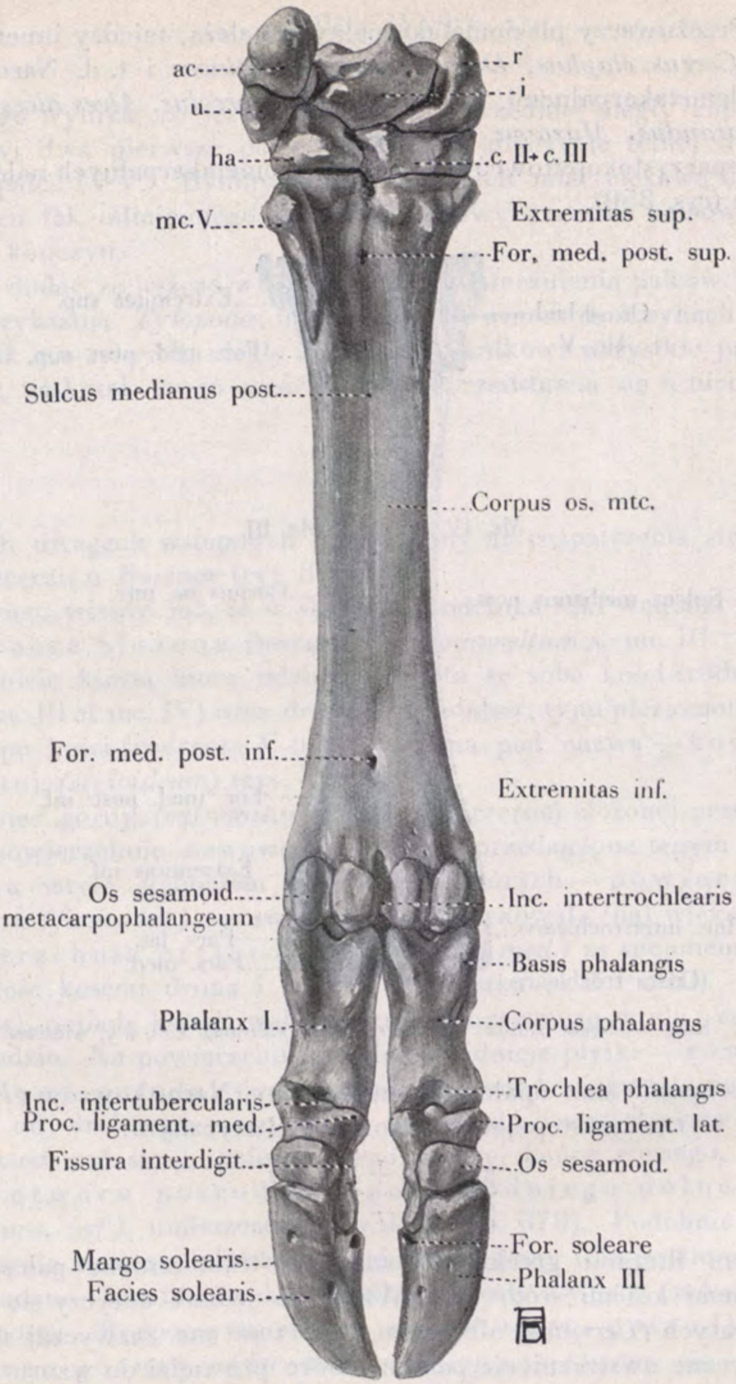
Rys. 379. Lewa ręka k r o w y, widziana od przodu.

człony palców i przez trzeszczki śródręcznopalcowe *(ossea sasamoidea metacarpophalangea).* I pod tym względem więc stosunki u *Suidae* pod wielu względami przypominają stosunki u *Carnivora!*

U Narostkowców *(Pecora)* kościec śródręcza wykazuje znacznie dalej i głębiej sięgające zmiany aniżeli to miało miejsce u *Suidae.* Analizę stanu rzeczy może rozpoczniemy od rzutu oka na wzajemne stosunki kości śródręcza III i IV (mc. III et mc. IV) (rys. 379) jako tych, które u Przyosiowców wybijają się, zarówno pod względem morfologicznym jak i czynnościowo, na plan pierwszy. Otóż, gdy była mowa o śródręczu Mięsożernych zwróciłem uwagę, że równolegle do sprawy przeistaczania się kończyny typu chwytnego w typ kończyny nośnopodporowej przestrzenie międzykostne śródręcza ulegają daleko idącemu przewężeniu aż do zetknięcia się włącznie, co ma miejsce u *Suidae* (rys. 378). Wyobraźmy sobie teraz, że najbardziej obciążone mechanicznie kości śródręcza pośrodkowe t. j. mc. III i mc. IV Narostkowców ulegną przerostowi na szerokość i grubość co jest niczem innem jak najzwyklejszym odczynem kostnym na, nieprzekraczające pewne granice, bodźce mechaniczne. Przestrzeń międzykostna je ograniczająca znika bez śladu a w ślad za wzajemnem uciskiem przelegających kości przychodzi zrost! Zrost kości śródręcza III (mc. III) z kością śródręcza IV (mc. IV) w jedną niepodzielną — kość śródręcza złożoną *(metacarpale compositum* s. mc. III et mc. IV). I ona to właśnie stanowi jedną z zasadniczych cech Narostkowców, a która w równym stopniu charakteryzuje również Wielbłądowate *(Tylopoda).* Co się tyczy palców pobocznych, mam na myśli kości śródręcza II i V (wszak I zanika bez śladu!), to podlegają one daleko idącemu uwstecznieniu tworząc drobne kostki, które nazwiemy — kośćmi rylcowatemi *(ossa styloidea).* Nie posiadają one żadnego znaczenia a są jedynie wspomnieniami owej oddalonej przeszłości, kiedy palec II i V dzieliły wraz z palcami III i IV trudy podtrzymywanie ciężaru i nie kryły się wstydliwie w ich cieniu (rys. 381)!

Uwstecznienie kości śródręcza II i V (mc. II et mc. V) może posiadać przebieg różny. W jednych przypadkach dotkniętemi sprawą uwstecznienia jest trzon i koniec dolny, w innych trzon i koniec górny.

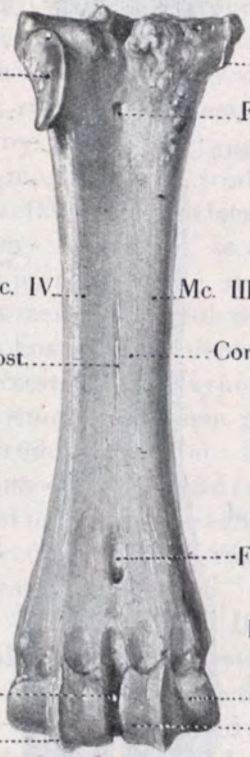
W przypadkach gdy kości rylcowate mają postać iglic, umieszczonych tuż pod nadgarstkiem a więc gdy odpowiadają one końcom górnym uwstecznionych kości śródręcza objaw ten nosi nazwę — pleziomatakarpalizmu, w przypadkach zaś gdy kości rylcowate stanowią odpowiednik końców dolnych kości śródręcza II i V, to zjawisko to jest ujmowane pod nazwę — telemetakarpalizmu!



Rys. 380. Lewa ręka k r o w y, widziana od tyłu.

Do Przeżuwaczy pleziometakarpalnych należą, między innemi, *Bovidae, Cervus elaphus, Dama dama, Muntiacus* i t. d. Narostkowcami telemetakarpalnemi zaś są: *Cervus capreolus, Alces alces, Rangifer tarandus, Mazama* Raf. i in.

Z Nieparzystokopytowców do istot pleziometakarpalnych należą Koniowate (rys. 350).



Rys. 380A. Kość śródręcza złożona *(metacarpale compositum)* krowy, widziana od tyłu.

W ten sposób stan upalczenia nadrodziny Narostkowców *(Pecora)* możemy wyrazić następującym wzorem syntetycznym:

$$\frac{\beta + (III + IV) + \varepsilon}{\beta + (III + IV) + \varepsilon}$$

w którym literami greckiemi oznaczono uwstecznione palce wraz z odnośnemi kośćmi śródręcza. Wzór ten jednak dotyczy się tylko Jeleniowatych *(Cervidae)* albowiem u *Bovinae* ma zazwyczaj miejsce asymetryczne uwstecznienie palców, które prowadzi do wzoru następującego:

$$\frac{(III + IV) + \varepsilon}{\beta \times (III + IV)}$$

z którego wynika, że jeżeli w kończynie przedniej uległy zupełnemu zanikowi dwa pierwsze palce (I i II) to w kończynie tylnej strąceniu uległy palce I i V. Byłoby rzeczą ze wszech miar ciekawą odkrycie przyczyn tak odmiennego przebiegu sprawy strącania palców w obu parach kończyn.

Należy dodać, że jeszcze wyższy stopień uwstecznienia palców pobocznych wykazują *Tylopoda,* u których, zarówno w kończynach przednich jak i w tylnych, uległy zupełnemu zanikowi wszystkie palce poboczne, naskutek czego wzór palcowy przedstawia się u nich następująco:

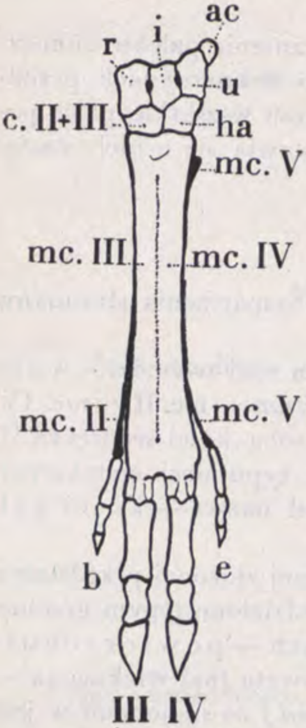
$$\frac{(III + IV)}{(III + IV)}$$

Po tych uwagach wstępnych przystąpimy do rozpatrzenia stosunków w śródręczu u *Bovinae* (rys. 379).

A więc, wiemy już, że w skład tego odcinka ręki wchodzi — kość śródręcza złożona *(metacarpale compositum* s. mc. III + mc. IV) w budowie której biorą udział zrośnięte ze sobą kości śródręcza III i IV (mc. III et mc. IV) oraz drobna pozostałość, typu plezjometakarpalnego, po kości śródręcza V (mc. V), znana pod nazwą — kości rylcowatej *(styloideum)* (rys. 380 A).

Koniec górny *(extremitas sup.)* k. śródręcznej złożonej przedstawia dwie powierzchnie stawowe, naprzedzie przedzielone tępym grzebieniem, a wtyle głębokiem wcięciem, z których — powierzchnia boczna *(facies lat.)* zestawia się z k. haczykowatą (ha) większa zaś — powierzchnia przyśrodkowa *(facies med.)* ze spojonemi w jedną całość kośćmi drugą i trzecią nadgarstka (c. II + c. III). Trzon *(corpus),* posiada kształt walca mocno spłaszczonego wtyle i cokolwiek naprzedzie. Na powierzchni przedniej widnieje płytki — rowek pośrodkowy przedni *(sulcus medianus ant.)* ciągnący się prostopadle od drobnego — otworu pośrodkowego przedniego *(for. med. ant. sup.),* umieszczonego poniżej końca górnego, do dużego — otworu pośrodkowego przedniego dolnego *(for. med. ant. inf.),* umieszczonego wdole (rys. 379). Podobnie przebiegający, ale znacznie płytszy, rowek znajdujemy i na powierzchni tylnej trzonu. Jest to rowek — pośrodkowy tylny *(sulcus medianus post).* Rozpoczyna się on u — otworu pośrodkowego tylnego górnego *(for. med. past. sup.),* a kończy się — otworem pośrodkowym tylnym dolnym *(for. med. post. inf.)* (rys.

380A). Należy zaznaczyć, że otwór pośrodkowy przedni górny komunikuje się z otworem pośrodkowym tylnym górnym, otwór zaś pośrodkowy przedni dolny z otworem pośrodkowym tylnym dolnym. Zarówno owe otwory jak zwłaszcza opisane rowki są śladami zrostu obu kości śródręcza, zrostu, zachodzącego dopiero po przyjściu na świat zwierzęcia. Pierwotną dwoistość kości jeszcze w wyższym stopniu podkreśla obecność kostnej — przegrody szpikowej *(septum medullare)*, dzielącej całą jamę szpikową na dwie symetryczne połowy.



Rys. 381. Lewa ręka łosia *(Alces alces* L.). Kości śródręcza poboczne (mc. III i mc. V) zachowały się w znacznie lepszym stanie, aniżeli ma to miejsce u *Bovinae!*

Koniec dolny *(extremitas inf.)* charakteryzuje obecność głębokiego — wcięcia międzybloczkowego *(incisura intertrochlearis)*, stanowiącego pozostałość po przestrzeni międzykostnej a dzielącego ów koniec na dwa krótkie ramiona (rys. 380) i odgraniczającego powierzchnię stawową — bloczka przyśrodkowego *(trochlea medialis)*, stanowiącego nasadę III k. śródręcza (mc. III) od — bloczka bocznego *(trochlea lat.)*, odpowiadającego nasadzie k. śródręcza czwartej (mc. IV) (rys. 380A). Każdy z owych bloczków jest wyposażony w ciągnący się strzałkowo i okrężnie — grzebień kierunkowy albo — strzałkowy *(crista sagittalis)*, dzielący całą powierzchnię stawową na dwie powierzchnie wtórne: węższą i niżej opuszczającą się — część przyśrodkową *(pars. med.)* i szeroką wyżej położoną — część boczną *(pars. lat.)* (rys. 380A). Nie potrzebuję chyba dodawać, że owe grzebienie strzałkowe bloczków są homologami grzebieni tejże samej nazwy, które były opisane przy omawianiu budowy końców dolnych kości śródręcza Mięsożernych! Odtąd już ostatecznie powierzchnie bloczkowe końca dolnego kości śródręcza będą dla nas synonimem własności podporowonośnych całej kończyny! Istnieją jednak między niemi i dość poważne różnice, na które zwrócimy obecnie uwagę. Otóż, przedewszystkiem grzebień strzałkowy Mięsożernych jest położony dokładnie w pośrodku powierzchni stawowej końca dolnego kości śródręcza i znajduje się jedynie w odcinku tylnym owej

powierzchni (rys. 375) natomiast u wszystkich Narostkowców jest on przesunięty nieco w kierunku osi całej kości (a więc w kierunku wcięcia międzybloczkowego!), naskutek czego, jak widzieliśmy, część boczna bloczka *(pars lateralis trochleae)* jest szersza od części przyśrodkowej *(pars medialis trochleae)* a ponadto grzebień kierunkowy obejmuje całą powierzchnię stawową i jest równie dobrze wyrażony naprzedzie jak wtyle (rys. 375).

W ten sposób spotykamy się z drugim typem grzebienia kierunkowego, a który nazwiemy — grzebieniem kierunkowym zupełnym (R. P.). Charakteryzuje on wszystkie Kopytne za wyjątkiem Wielbłądowatych, u których bloczki są zupełnie pozbawione grzebieni.

Jest rzeczą jasną, że — grzebień kierunkowy zupełny stanowi wyższy stopień specjalizacji aniżeli — grzebień kierunkowy niezupełny i że jest on listewką która, tym razem, całkowicie uniemożliwia przesunięcia boczne palca w stosunku do odpowiedniej kości śródręcza, polaryzując ostatecznie staw śródręcznopalcowy. Wszystko to razem nie jest niczem innem jak etapem końcowym rozwoju kończyn w kierunku podporowonośnym i jest jednem z ogniw przystosowania do wykonywania li tylko ruchów wahadłowych!

Co się tyczy — kości rylcowatej *(styloideum)*, to jak była wzmianka, stanowi ona pozostałość po końcu górnym V kości śródręcza i widnieje tuż pod kością haczykowatą nadgarstka (ha), przytwierdzona więzozrostowo do powierzchni bocznej kości śródręcza złożonej (rys. 383). O jej znaczeniu czynnościowem trudno coś powiedzieć. Jest niewątpliwie żadne, zagadką jednak pozostaje to uporczywe, zachowawcze, przetrwanie na posterunku od dawna straconym!

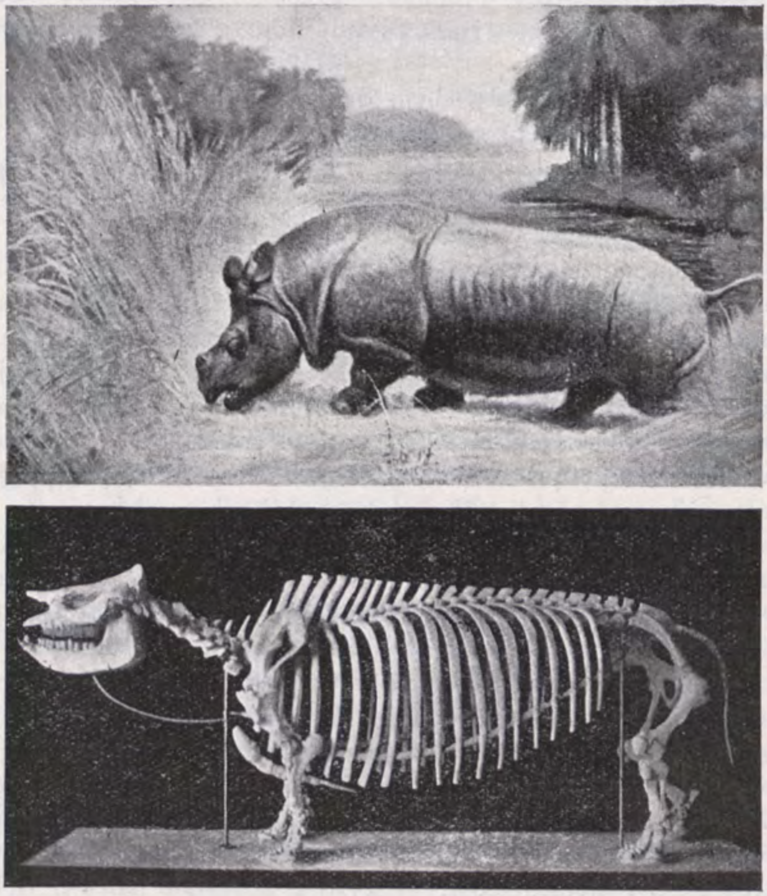
Zupełnie odmienny kierunek specjalizacyjny przyjmuje śródręcze u *Equidae* (rys. 383). Wszak tym razem jesteśmy w obrębie Śródosiowców, u których palec III pełni tę samą rolę, jaką pełnią wespół palec III i IV u Przyosiowców. Wszystkie pozostałe palce (I, II, IV, V) padają ofiarą daleko idącego uwstecznienia, prowadzącego do stanu, który da się ująć następującym wzorem:

$$\frac{\beta + \mathrm{III} + \delta}{\beta + \mathrm{III} + \delta}$$

a z którego wynika, że Koniowate współczesne są — Jednopalcowcami *(Monodactyla)* o szczątkowych kościach śródręcza II (mt. II) i IV (mt. IV).

Tak daleko idące strącenie palców pobocznych dokonało się prawdopodobnie na obszarach stepowych (a może górzystych) w każ-

dym bądź razie jednak na podłożu twardem, nieustępliwem, na którem nie znajdowały oparcia palce poboczne, a przy ciągłych biegach mogły ulec przerostowi mięśnie zginacze i skróceniu mięśnie prostowniki, powodując coraz dalej sięgającą pjonizację rąk i stóp.

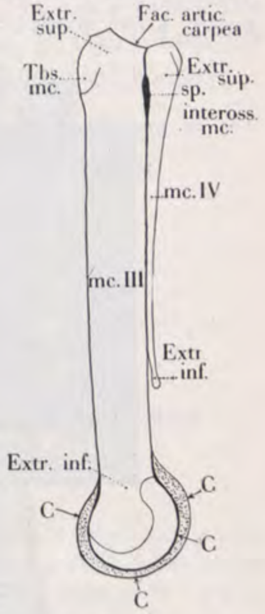


Rys. 382. Nieparzystokopytowiec o przykróconych kończynach † *Teleoceras*. Odtworzenie i kościec wg. H. F. Osborn'a.

Równolegle do owych zmian nastąpił przerost jedynej kości śródręcza, która pozostała t. j. kości III *(metacarpale III)* a jednocześnie rzadko spotykane (np. u *Cervidae!)* jej w y d ł u ż e n i e (!), stanowiące główne znamię śródręcza Koniowatych!

Tak się przedstawia układ stosunków widziany w perspektywicznym skrócie... W czem należy jednak szukać przyczyny istotnej wszystkich owych przeistoczeń na które naklejono etykietkę nazwy: »strą-

canie palców«! Gdyż ostatecznie sprawa ta przedstawia się w najjaskrawszej formie u *Equidae!* »Przystosowanie« — odpowiedzą neolamarkiści. »Nie«! zaprzeczą żywo mutacjoniści. Rozwój dokonywa się nie drogą przeistoczeń przystosowawczych nabytych które się nie dziedziczą lecz jedynie naskutek selekcji naturalnej w obrębie nieskończonej ilości mutantów, a które, mamy na to dowody, przekazują się potomstwu i mogą być rzeczywistemi czynnikami ewolucji. A więc, utrata pewnych genów, w danym razie genów palców pobocznych, wzgl. zahamowanie ich wpływu kształtotwórczego! Przypuszczam że trudno by było w dobie obecnej wypowiedzieć się bez jakichkolwiek zastrzeżeń za jedną lub za drugą z owych teorji. Zaznaczę więc tylko że morfologiczne »dzisiaj« przemawia raczej za mutacjonistami, natomiast paleontologiczne »wczoraj« posiada dużo argumentów na korzyść poglądów neolamarkistycznych.



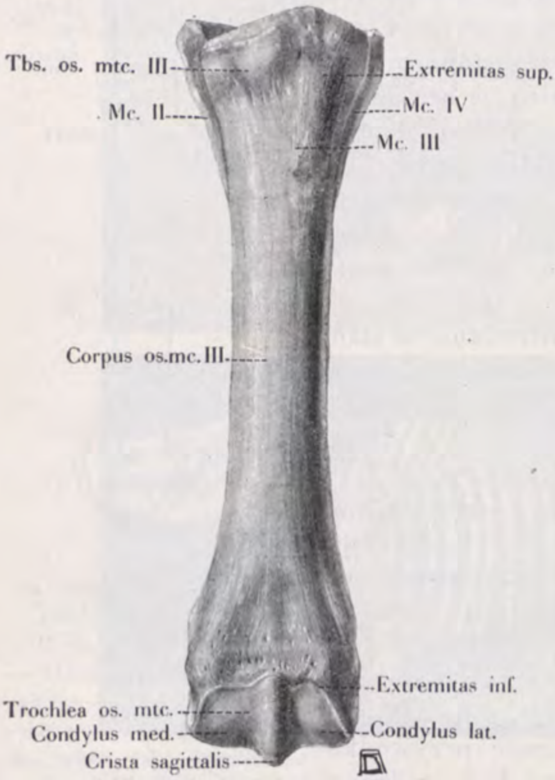
Rys. 383. Śródręcze konia, widziane zboku. Znaczenie skrótów: mc III — *metacarpale III*; mc IV — *styloideum lat.* c — grzebień strzałkowy (kierunkowy). Jak widać, cała kość śródręcza III jest lekko wygięta wypukłością ku przodowi (por. z rys. 370!).

Przechodząc zkolei do sprawozdania ze stanu rzeczy u Koniowatych zaznaczymy raz jeszcze że cały ciężar ciała wspiera się u nich jedynie na dokładnie spjonizowanej kości śródręcza trzeciej (*metacarpale III,* mc. III) rys. 383).

Trzecia kość śródręcza konia (*metacarpale tertium;* mc. III) ma kształt walca mocno spłaszczonego wtyle i ustawionego wraz z nadgarstkiem prostopadle w stosunku do poziomu podłoża (rys. 383).

Powierzchnia stawowa — końca górnego (*extremitas sup.*) składa się z dwóch nierównych części, z których część przyśrodkowa, większa, zestawia się z trzecią k. nadgarstka (c. III), znacznie zaś mniejsza część boczna — z k. haczykowatą (ha). Stajemy więc tutaj w obliczu wyraźnej karpalizacji śródręcza a więc objawu, polegającego na rozszerzeniu związku III kości śródręcza z nadgarstkiem a to przez nawiązanie łączności z k. haczykowatą. I dziwić się tylko należy, że wobec tak wielkiego przerostu jednej jedynej, czynnościowo ważnej, kości śródręcza Koniowatych nie doszło do zetknięcia się z kością nadgarstka drugą (c. II)! Obydwie części przecina poprzecznie ciągnący się — ro-

wek maziowy *(sulcus synovialis)* kończący się po obu stronach u obszernych — otworów międzykostnych *(forr. interossea)*, położonych między końcami górnemi kości rylcowatych *(styloidea)* i końcem górnym III k. śródręcza (mc. III). Każdy z owych otworów prowadzi do szczelinowatej — przestrzeni międzykostnej *(spatium interosseum)* (rys. 384), stanowiącej pozostałość po takichże, lecz znaczniejszych, przestrzeniach przedzielających poszczególne kości śródręcza u ssaków niedotkniętych strąceniem palców pobocznych. Należy zauważyć, że rowek maziowy jest szerszy choć płytszy w odcinku przyśrodkowym natomiast w części bocznej jest wąski i głęboki. Po obu stronach końca górnego kości widnieją kątowe — wcięcia główkowe *(incisurae capitulares* R. P.), w których znajdują pomieszczenie główki kości rylcowatych (mc. II i mc. IV).



Rys. 384. Śródręcze lewe konia, widziane od przodu. Zwrócić szczególną uwagę na położenie i na kształt grzebienia kierunkowego *(crista sagittalis)*.

Tuż poniżej powierzchni stawowej kości zarysowuje się naprzedzie owalne wzniesienie — guzowatość III k. śródręcza *(tuberositas os. metac. III)* nieco przemieszczona w kierunku przyśrodkowym (rys. 384). Jest ona wywołana przyczepem prostownika promieniowego nadgarstka *(extensor carpi radialis)*, który pełni wyjątkowo ważną rolę w zachowaniu położenią pionowego śródręcza Koniowatych.

Trzon *(corpus)* pod względem grubości mało się różni od końców kości. Jest on walcowato wypukły naprzedzie i zboków a wtyle wyraźnie spłaszczony i wyposażony w duży — otwór odżywczy *(for. nutritium)* umieszczony w części górnej kości (rys. 383).

Koniec dolny *(extremitas inf.)* kształtuje się pod postacią poprzecznie ustawionego — bloczka *(trochlea)*, służącego do połączenia z pierwszym członem palca (rys. 384, 386).

Powierzchnię stawową bloczka dzieli pośrodkowo ustawiony i wyniosły — grzebień strzałkowy zupełny *(crista sigittalis)* na dwie nieomal równe i symetrycznie rozmieszczone powierzchnie stawowe wtórne, posiadające postać wycinków powierzchni walcowatej wypukłej (rys. 386). Są to: — kłykieć przyśrodkowy *(condylus med.* R. P.) i — kłykieć boczny *(condylus lat.* R. P.), z których kłykieć przyśrodkowy jest nieco rozleglejszy aniżeli kłykieć boczny.



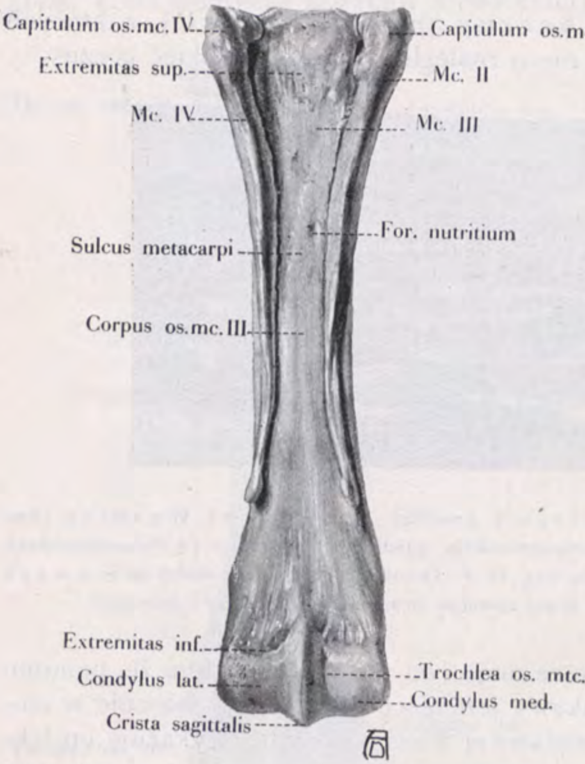
Rys. 385. Tak się przedstawia obecnie krajobraz Badlands of Wyoming (Am. Płn.), kraina która w okresie środkowoeoceńskim gościła †*Orohippus'a* (†*Palaeohippidae*), †*Palaeosyops'a* (†*Titanotheridae*) (wg. H. F. Osborn'a). Czyż należy dodać że w owych czasach roztaczała się tutaj żyzna równina, urozmaicona potokami i jeziorami?

Owe różnice wielkościowe mają swą przyczynę w tem że, pomimo pozorów, grzebień kierunkowy jest nieco przesunięty bocznie w stosunku do płaszczyzny pośrodkowej kości a ponadto wykazuje on lekkie odchylenie od kierunku przedniotylnego. W samej rzeczy ciągnie się on nie wprost od przodu ku tyłowi lecz odchyla się nieco w kierunku przyśrodkowym, naskutek czego w ruchu zginania palca w stosunku do kości śródręcza następuje lekkie przywodzenie które możemy dostrzec pod postacią przejaskrawioną np. u zebry *(Hippotigris)* na rys. 271. Pragnę tutaj zaznaczyć z naciskiem, że w owym ruchu przywodzenia, zresztą nieomal niedostrzegalnym, bierze również czynny udział staw promieniowo-nadgarstkowy i staw śródnadgarstkowy (rys. 330)!

Odchylenie grzebienia strzałkowego od płaszczyzny pośrodkowej wynosi przeciętnie wg. mych obliczeń 10^0 do 15^0.

Zpośród przodków współczesnego konia grzebień kierunkowy ukazuje się dopiero u oligoceńskiego + *Mesohippus celer* (p. tom I, str. 77) przyczem początkowo widnieje on jedynie w części tylnej bloczka. A więc, zupełnie podobnie jak u Mięsożernych! Tem należy, prawdopodobnie wytłumaczyć, iż jest on zawsze lepiej wyrażony wtyle aniżeli naprzedzie.

Po obu stronach bloczka widnieją głębokie — dołki więzadłowe *(foveae ligamentosae)* w których znajdują przyczep silne więzadła poboczne.



Rys. 386. Śródręcze lewe konia, widziane od tyłu. Zwrócić uwagę na położenie kości rylcowatych *(styloidea;* mc. IV et mc. II) oraz na położenie grzebienia kierunkowego *(crista sagittalis).*

Kości rylcowate: przyśrodkowa i boczna *(styloidea med. et. lat.)* stanowią pozostałości po uwstecznionych — drugiej i — czwartej kościach śródręcza (mc. II i mc. IV) (rys. 386).

Jak z samych nazw wynika mają one postać kolców albo rylców, tępym końcem zwróconych ku nadgarstkowi i szczelnie przylegających do powierzchni poboczno-tylnych III kości śródręcza.

W każdej z nich rozróżniamy koniec górny — główkę *(capitulum)* oraz część pozostałą — trzon *(corpus).* Główka k. rylcowatej przyśrodkowej *(styloideum med.;* mc. II) zestawia się niewielką powierzchnią stawową z drugą k. nadgarstka (c. II), główka zaś k. rylcowatej bocznej *(styloideum lat.* = mc. IV) z odcinkiem bocznym k. haczykowatej (ha). Pozatem obydwie kości są wyposażone w płaskie powierzchnie stawowe, któremi łączą się one z podobnemi powierzch-

niami umieszczonemi na częściach bocznotylnych końca górnego III k. śródręcza (mc. III) (rys. 386).

Cieniejący ku dołowi — trzon kończy się guziczkowatem nabrzmieniem nieco poniżej połowy wysokości trzonu kości III śródręcza (rys. 386). W trzonie każdej z kości rozróżniamy trzy powierzchnie: zaokrągloną — powierzchnię poboczną *(facies collateralis)*, płaską — powierzchnię przednią *(facies ant.)* za pośrednictwem której trzon k. rylcowatej spaja się u osobników starszych z większym lub mniejszym odcinkiem trzonu III k. śródręcza (mc. III) i wreszcie wypukłą — powierzchnię przyśrodkową *(facies med.)*.

Owe przemieszczenie ku tyłowi składników uwstecznionych śródręcza Koniowatych nie jest zjawiskiem wyjątkowem! Widzieliśmy i zobaczymy dalej że występuje ono na wszystkich poziomach składników kończyn, (podramię, goleń, śródręcze, śródstopie, palce rąk, palce rąk, palce stóp) i u wszystkich ssaków. Jest więc objawem stałym i ogólnym a który nie zawahałbym się podnieść do godności prawa »przemieszczalności kutylnej składników uwstecznionych«.

Powierzchnie przyśrodkowe obu kości rylcowatych tworzą wraz z płaską powierzchnią tylną trzeciej kości śródręcza szeroką podłużną, — rynienkę śródręcza *(sulcus metacarpi)* (rys. 386). O budowie jej była mowa uprzednio!

Kąt śródręcznopalcowy *(angulus metacarpo-digitalis)*. Pod powyższą nazwą należy rozumieć kąt, jaki tworzą palce ze śródręczem. U człowieka, w stanie spoczynku, palce są lekko ugięte w stosunku do płytki śródręcznej, tworząc kąt otwarty ku tyłowi a wynoszący przeciętnie 150^0 kąt ten jednak może zmniejszyć się do 90^0 (np. przy zaciśniętej pięści) lub też osiągnąć wartość 180^0 a wtedy, rzecz prosta, palce znajdują się w przedłużeniu śródręcza (rys. 340). Z tego ostatniego położenia palce mogą przejść (zwłaszcza u osobników młodych!) w chwilowe położenie nadwyprostne naskutek silnego skurczu prostowników palcowych. W położeniu nadwyprostnem palców kąt śródręcznopalcowy wynosi około 170^0 i jest otwarty ku przodowi. Zupełnie analogicznie sprawa się przedstawia u Naczelnych. O znaczeniu ustawienia palców u człowieka będzie mowa w mjologji, tutaj zaś skierujemy całą naszą uwagę na stosunki u Kopytnych a zwłaszcza u Koniowatych.

Otóż, oglądając rękę konia zboku, łatwo stwierdzić, że wbrew pozorom, palec nie jest ustawiony w przedłużeniu śródręcza lecz tworzy wraz z nim kąt otwarty ku przodowi który wynosi przeciętnie 135^0

Jest to właśnie ów kąt śródręcznopalcowy (ω) (rys. 387). Z powyższego wynika że kończyna konia spotyka podłoże nie pod kątem prostym lecz w pewnem nachyleniu, które osłabia uderzenia i że położeniem spoczynkowem palca konia jest postawa jego nadwyprostna.

Oczywiście że ów kąt śródręcznopalcowy wykazuje, podobnie jak i inne stosunki, zmienność osobniczą, dość że poza podaną wartością przeciętną spotyka się konie o większym kącie śródręcznopalcowym (»palec spjonizowany«) i konie o kącie mniejszym (»palec poziomy«). Rzecz jasna że wielkość położenia nadwyprostnego musi się odbić na chodzie i rzeczywiście, konie o dużym kącie śródręcznopalcowym (powyżej 135^0) posiadają chód »twardy« (trzęsący) natomiast konie o kącie śródręcznopalcowym małym odznaczają się chodem »miękkim« ale z powodu dużego obciążenia zginaczy palcowych podlegają łatwemu zmęczeniu.

Na tem się jednak znaczenie kąta śródręcznopalcowego u Koniowatych nie kończy! Choć byłoby to wszak już wiele.

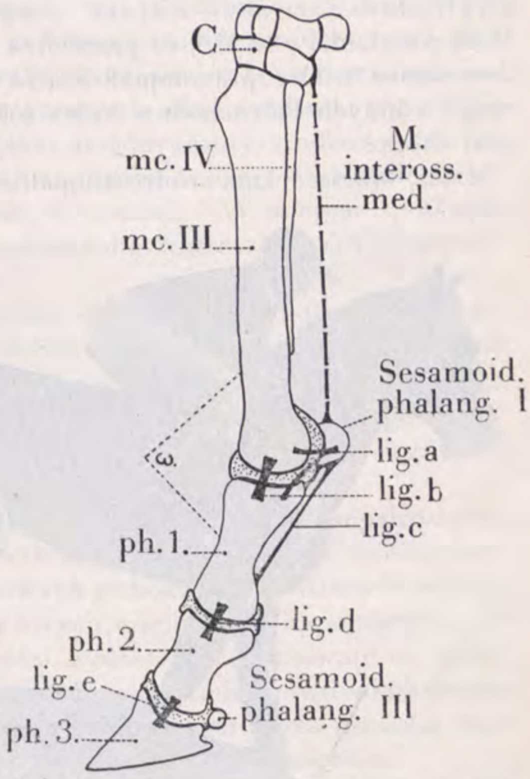
Otóż, przypuśćmy że palec znajduje się w położeniu wyprostnem tj. że jest on umieszczony w przedłużeniu śródręcza... Albo innemi słowy: koń stoi i chodzi na palcach wyprostowanych, jak na szczudłach... Oczywiście że w tym przypadku $^1/_4$ wagi całego ciała przenosiłaby się bezpośrednio i w całości ze śródręcza na palec a stąd na podłoże. Byłoby to o tyle dobre że stanowiłoby rozwiązanie proste i tanie, cóż kiedy przy każdym kroku następowałby silny wstrząs, któremu nie mógłby się przeciwstawić stosunkowo cienki palec a pozatem następowałaby zatraca energji na zbędne »ubijanie« ziemi. Należałoby więc wzmocnić palec i umięśnienie, co ostatecznie okazałoby się przedsięwzięciem kosztownem. Niedogodnościom tym zapobiega postawa nadwyprostna palca. W położeniu tem, rzecz jasna, ciśnienie wywierane przez wagę ciała posuwa się aż po stawśródręcznopalcowy, tutaj jednak, naskutek kątowego załamania, ulega ono rozkładowi na dwie składowe, z których jedna podąża wzdłuż palca a druga, tym razem prostopadła, zmierza do zamknięcia kąta śródręcznopalcowego (rys. 387). Przeciwstawia się temu sprężysta taśma mięśniowo-więzadłowa dłoniowa, o której niebawem będzie mowa. W ten sposób ciśnienie wagi ciała ulega rozkładowi na poziomie stawu śródręcznopalcowego na dwie pochodne, z których jedna tylko przenosi się na palec.

Jest rzeczą wielce prawdopodobną że zupełnie podobną rolę odgrywają i pozostałe załamania kończynowe, o których niejednokrotnie były wzmianki!

Trzeszczki śródręcznopalcowe *(ossa sesamoidea metacarpophalangea)*. Trzeszczkami *(ossa sesamoidea)* nazywamy ko-

ści występujące jedynie w sąsiedztwie stawów i rozwijające się w ich narządzie więzadłowym lub też w okolicznych ścięgnach. Zazwyczaj są to drobne kostki o zaokrąglonych kształtach i które spotykamy przedewszystkiem na powierzchni dłoniowej (wzgl. podeszwowej) okolicy palcowej kończyn[1]. Zasługuje na uwagę, że jak to stwierdził C. Emery (1897) trzeszczki nie występują u innych kręgowców są więc czemś zgoła nowem u ssaków.

Trzeszczki śródręcznopalcowe są położone na stronie dłoniowej stawów śródręcznopalcowych i mają kształt ziaren grochu, oddzielonych od siebie za pośrednictwem wąskiej — przestrzeni międzytrzeszczkowej *(spatium intersesamoideum)*, tworzącej rodzaj rynienki wzdłuż której przebiegają ścięgna obu zginaczy palcowych (głębokiego i powierzchownego)! U *Suidae* obydwie trzeszczki każdego z palców zrastają się ze sobą tworząc coś nakształt bloczka o głębokiej — rynience trzeszczkowej *(sulcus sesamoideus* R. P.).



Rys. 387. Układ więzadłowy ręki lewej konia, widziany zboku. Znaczenie skrótów: ω — kąt śródręcznopalcowy *(angulus metacarpo-digitalis)*.

Ze względu na to, że zasadniczo do każdego stawu palcowego są przydzielone po dwie trzeszczki (rys. 390), a przeto ich ilość ogólna jest w ścisłym związku z ilością palców. Tak więc np. u człowieka jest ich dziesięć natomiast u Koniowatych jest ich tylko dwie są to — trzeszczki śródręczno-pęcinowe. Są one położone na powierzchni tylnej bloczka III kości śródręcza (mc. III) i zestawiają się z nim na drodze stawowej (rys. 390).

[1] Niektórzy autorowie do trzeszczek zaliczają kość dodatkową (ac) oraz rzepkę kolanową *(patella)*.

Znaczenie bjomechaniczne trzeszczek śródręcznopęcinowych u Kopytnych, a zwłaszcza u jednopalczastych Koniowatych jest wielkie, aczkolwiek zazwyczaj niedoceniane.

Jeżeli chodzi o Koniowate to ażeby wczuć się w rolę omawianych trzeszczek należy niezapominać że palec u tych ssaków nie znajduje się w przedłużeniu śródręcza, lecz tworzy wraz z niem kąt otwarty ku przodowi, nazwany — kątem śródręcznopalcowym (rys. 387). Była wzmianka powyżej że przeciętna wartość tego kąta wynosi 135^0. Jest rzeczą wielce prawdopodobną że wielkość kąta śródręcznopalcowego u innych Palcochodów bywa różna a to w zależności od mechaniki chodu.

Otóż, wartość kąta śródręcznopalcowego u konia nie jest stała lecz



Rys. 387A. W pełnym biegu... (fot. N. Pełczyńskiego). Niniejsze zdjęcie przedstawia fazę biegu kiedy wszystkie kończyny, za wyjątkiem k. p. p., są zawieszone w powietrzu i posiadają, naskutek silnego zgięcia palców, kąty śródręcznopalcowe o wartościach ujemnych (owe kąty są otwarte ku tyłowi!). Opad, tym razem, dokonywa się na kończynę przednią prawą, w której palec, dzięki niezwykle silnemu ciśnieniu (siła żywa $\frac{mv^2}{2}$, w której masa równa się ciężarowi całego ciała konia plus waga jeźdźca!) przyjął położenie nieomal poziome a kąt śródręcznopalcowy przyjął wartość niewiele różniącą się od kąta prostego. Łatwo sobie wyobrazić jakiemu obciążeniu podlega w tych warunkach układ więzadłowy śródręcznopęcinowy i zginacze palcowe głęboki i powierzchowny (por. rys. 387)!

zmienia się w związku ze stopniem obciążenia kończyny a zwlaszcza wczasie biegu (rys. 387A) i skoków, przyczem łatwo zrozumieć że owa zmienność posiada wyraźną skłonność do przesuwania się w kierunku zmniejszenia kąta, czego ostatecznym wynikiem byłoby stałe ustawienie poziome palca. A więc, skrócenie kończyny właśnie o długość całego palca a ponadto nadwerężenie układu więzadłowego śródręcznopalcowego! Przeciwko tej niekorzystnej ewentualności Koniowate znalazły, w toku swego rozwoju rodowego, środek zaradczy tani i skuteczny. Tym środkiem jest sprężysta taśma mięśniowo-więzadłowa dłoniowa, umieszczona po stronie dłoniowej ręki (rys. 387). W skład tej taśmy wchodzi mięsień międzykostny środkowy *(m. interosseus med.)*, oraz naturalne przedłużenie jego — więzadło trzeszczkowe proste *(lig. sesamoideum rectum)*. W miejscu spotkania owego mięśnia z więzadłem są umieszczone trzeszczki śródręcznopęcinowe (rys. 387).

Urządzenie to jest tanie albowiem mięsień międzykostny środkowy wykazuje u Koniowatych zwyrodnienie ścięgnowe, a jest skuteczne gdyż będąc sprężystą taśmą może łatwo regulować odkształcenia kąta śródręcznopalcowego. Z powyższego wynika że wielkość tego ostatniego jest właściwie kompromisem między zginającą siłą wagi ciała i siłą sprężystości taśmy mięśniowo-więzadłowej dłoniowej.

Ale na tem nie kończy się rola trzeszczek śródręcznopalcowych! Wszak odchylając ku tyłowi, przebiegające w przestrzeni międzytrzeszczkowej ścięgna zginaczy palcowych głębokiego i powierzchownego, pełnią trzeszczki w stosunku do owych mięśni rolę hypomochljonów (p. str. 12). Ponadto jeżeli chodzi zwlaszcza o Koniowate to, dzięki swemu położeniu w łonie sprężystej taśmy mięśniowo-więzadłowej dłoniowej są narządami za pośrednictwem których taśma umacnia staw śródręcznopalcowy i zabezpiecza go przeciwko zwichnięciom.

Wynikałoby z powyższego, że znaczenie zarówno morfologiczne jak i czynnościowe trzeszczek jest nam znane... Otóż nie! Wiele przemawia bowiem za tem że w sprawie tej wiemy raczej mało natomiast wielu rzeczy, bezwątpienia bardzo ważnych i ciekawych, niestety niewiemy!

Stawy nadgarstkowośródręczne *(artt. carpometacarpeae)*. W budowie tych stawów biorą udział: powierzchnie stawowe dolne drugiego szeregu nadgarstka oraz powierzchnie stawowe górne kości śródręcza. Wspólną — jamę stawową, wysyłającą płytkie — zachyłki między sąsiadujące kości śródręcza, zamyka mocno napięta — torebka stawowa wzmocniona więzadłami, które były wymienione przy opisie stawu podramienno-nadgarstkowego.

Ze względu na charakter powierzchni (płaskie!), ruchomość w stawach nadgarstkowośródręcznych jest bardzo ograniczona, co pozwala nam je zaliczyć do stawów jamowych typu ścisłego *(amphiarthrosis)*.

c. Kościec palców ręki

(Ossa digitorum manu s. acropodium ant.).

Rzadko gdzie bardziej przejawia się w równym zakresie charakter czynnościowy kończyny, jej nastawienie bjoethologiczne, jak w kośćcu palców... I nic dziwnego zresztą, któraż bowiem kość może rzeźbić świat zewnętrzny w sposób bardziej wyrazisty aniżeli stykające się z nim tak bezpośrednio kości palców? Istotnie jakżeż innem jest zadanie palców ręki chwytnej człowieka lub Naczelnych a jednopalczastej, słupowatej ręki istot koczowniczych jakiemi są Kopytne; wydłużonych, pręcikowatych palców Rękoskrzydłych na których jest rozpięta żaglowato błona lotna *(chiropatagium)* (rys. 388) i krótkich palców, spojonych błoną pławną, Waleniowatych lub równie zwartych rąk grzebaczy (np. *Talpa; Chrysochloris)...?*



Rys. 388. *Pteropus* w locie (wg. Pander'a i Alton'a). W kończynie przedniej typu lotnego stwierdzamy: niepomierne wydłużenie II-V palców oraz podramienia i zachowanie błon międzypalcowych pod postacią t. zw. — *chiropatagium.* Pozatem daje się zauważyć obecność — błony przedkończynowej *(propatagium)*, — błony międzykończynowej *(plagiopatagium)*, — błony kroczokończynowej *(uropatagium)*, oraz zupełne wyosobnienie palca I ręki. Kończyny tylne wykazują stosunkowo małe odkształcenia i służą do zawieszania ciała głową wdół wczasie spoczynku. Klatka piersiowa jest silnie zbudowana, obręcz barkowa zawiera obojczyk.

Mowa tutaj o zrębie kostnym rąk, równie jednak wielopostaciowym bywa i kościec palców stopowych! W samej rzeczy jeżeli pominiemy Kopytne, które kształtują palce stóp zupełnie na podobieństwo palców rąk a przeniesiemy nasz wzrok w obręb ssaków wyróżniających się zpośród innych odrębnością swej techniki przenosinowej, to przedewszystkiem zwrócimy uwagę na istoty, których chód jest właściwie jednym szeregiem skoków jak to obserwujemy np. u kan-

gura (*Macropus* rys. 74). Otóż, u — s s a k ó w s k a c z ą c y c h (*Saltantia*) do których zaliczamy *Macroscelidae, Dipodidae, Macropodidae* i inne kościec palców stóp wykazuje, choć w stopniu mniejszym aniżeli u rąk liczne cechy swoiste. A więc, np. u *Macropus* palec I stopy uległ doszczętnemu zanikowi, a palec II i III daleko idącemu uwstecznieniu; z pozostałych dwóch palców główną rolę odgrywa palec IV, osadzony na wydłużonej i rozrośniętej IV kości śródstopia!

Znaczenie czynnościowe palców wypowiada się między innemi i w głębokich przeistoczeniaeh skóry, która je powleka! Mam oczywiście na myśli, w pierwszym rzędzie naskórek i jego pochodne wieńczące końce palców. Paznokieć, pazur i kopyto, oto trzy główne postacie owych tworów naskórkowych ściśle związanych z trzecim czyli końcowym członem palców i które kładą niezatarte piętno na calem ukształtowaniu wspomnianego człona. Będziemy tego świadkami niebawem!

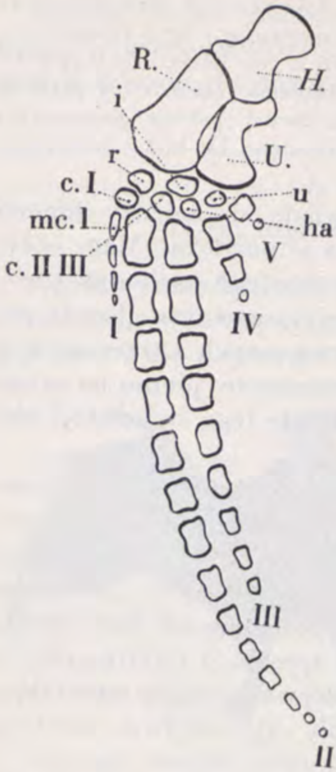
Pomijając jednak, narazie, owe wtórne przeistoczenia przystosowawcze, a sięgając natomiast do prawzoru budowy ręki ssaków okazuje się, iż cechuje ją — u k ł a d p i ę c i o p a l c z a s t y i że za wyjątkiem palca pierwszego (I), który składa się tylko z dwóch — c z ł o n ó w (*phalanges*), wszystkie pozostałe palce (II-V) posiadają ich trzy. Oznaczamy je liczbami arabskiemi: 1, 2, 3 w ten sposób, iż c z ł o n e m — 1 albo — c z ł o n e m n a s a d o w y m (ph. 1) nazywamy człon sąsiadujący z kością śródręcza, c z ł o n e m z a ś — 3 (ph. 3) — c z ł o n w o l n y, k o ń c o w y (rys. 390).

Zasadniczo człony posiadają kształt krótkich wałeczków o zgrubiałych nasadach, za wyjątkiem członów trzecich (ph. 3), wykazujących, jak była już o tem wzmianka, w związku z różnem ukształtowaniem narządu paznokciowego, duże bogactwo różnorodnych postaci.

Jaki był stan liczebny członów u protoplastów ssaków niewiemy, nie do odrzucenia jest jednak mniemanie, że zbliżał się on prawdopodobnie do stanu, który stwierdzamy u najpierwotniejszych gadów zwanych ✝*Cotylosauria*. W każdym bądź razie przemawiałby za tem przypuszczeniem fakt, iż w miarę jak — *ichthiopterygium* przybiera postać — *cheiropterygium* ilość składników kostnych końcowego odcinka kończyny (*acropodium*) wykazuje wyraźną dążność do zmniejszenia ilości swych składników kostnych. Tyczy się to zarówno ręki jak i stopy.

A oto, wzory członowe owych gadów wykopaliskowych w zestawieniu ze stanem charakteryzującym ssaki.

W y k a z c z ł o n ó w w r ę c e			W y k a z c z ł o n ó w w s t o p i e		
✝ *Cotylosauria*	p a l e c	*Mammalia*	✝ *Cotylosauria*	p a l e c	*Mammalia*
2—	I —	2	2—	I —	2
3—	II —	3	3—	II —	3
4—	III —	3	4—	III —	3
5—	IV —	3	5—	IV —	3
3—	V —	3	4—	V —	3



Rys. 389. Kończyna przednia lewa *Globiocephalus melas* (wg. P. Gervais). Jak widać, kończynę przednią Waleniowatych, jako ssaków »uwodnionych« cechuje przedewszystkiem znaczne przykrócenie, a które zaznacza się głównie w stylopodium i w zeugopodium, oraz wieloczłonowość palców (w palcu II jest członów 13!). Pozatem zwraca uwagę: zaokrąglony kształt kości nadgarstka, przemawiającej za tem że stawy je wiążące są chrząstkozrostami wzgl. więzozrostami, oraz wydłużenie palców II i III ze znacznem przykróceniem palców pozostałych. Znaczenia skrótów: H — *humerus;* R — *radius;* U — *ulna;* r — *radiale;* u — *ulnare;* ha — *hamatum;* c. I — *carpale I;* mc. I — *metacarpale I* (upodobnienie kości śródręcza do członów palcowych!). Por. z budową kończyny przedniej kreta.

Ogólną więc wytyczną składu palcowego ssaków stanowi sprowadzenie ilości członów do trzech, oczywiście za wyjątkiem palca I-go, wyposażonego zawsze tylko w dwa człony. Zarówno istota jak i przyczyny dwuczłonowości palca pierwszego nie zostały dotychczas wyjaśnione.

Za pewnego rodzaju nawrót do stosunków pierwotnych może być uważany objaw zwany — nadczłonowością, występujący u ssaków prowadzących żywot wodny (rys. 389). Jak z samej nazwy wynika, nadczłonowość charakteryzuje obecność zwiększonej ilości członów. A więc, np. u *Globiocephalus melas* palec III-ci posiada osiem członów, zaś II-gi aż trzynaście!

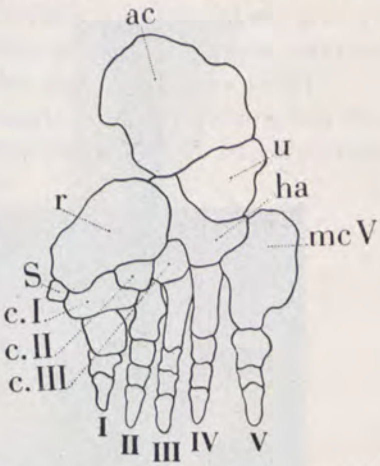
Nader ciekawie przedstawia się układ palców u ssaków grzebiących (grzebaczy). Otóż, jeżeli weźmiemy za przykład — kreta *(Talpa)*, to okaże się, że do szerokiej, mocnej, ręki dołącza się po stronie przyśrodkowej twór, kształtem przypominający palec, jest to t. zw. — kość sierpowata *(os falciforme)*, stanowiąca, prawdopodobnie, rozrośniętą trzeszczkę. Pozatem stwierdzamy, że człony drugie palców są tak skrócone, że mogą być z łatwością przeoczone, a że natomiast człony końcowe są b. wydłużone i wyposażone w głęboką — szczelinę pazurową *(fissura unguealis)*, służącą do umocowania narządu pazurowego. Podobny układ stosunków i szczelinowatość członu trzeciego znajdujemy i u innych grzebaczy i u wielu zpośród Mięsożernych (rys. 344).

Co się tyczy, poruszanej już kilkakrotnie sprawy stracania palców, należy zaznaczyć, że odbywa się ona zazwyczaj według następującego porządku: najpierw za-

nika palec — pierwszy (I) za nim — piąty (V), dalej — drugi (II) i wreszcie — czwarty (IV).

Z powyższego wynika, że największą stałością i uporczywością trwania odznaczają się palce III i IV, co stwierdzamy chociażby np. u Przeżuwaczy. To też te palce wykazują zawsze największą długość, natomiast palce poboczne a więc palce V i I a zwlaszcza ten ostatni są zwykle nieco krótsze (rys. 281, 282).

Z trzech członów palców II—V najdłuższym jest zwykle — c z ł o n 1, najbardziej skróconym zaś jest — c z ł o n 3. Takie przynajmniej stosunki obserwujemy u Naczelnych, u Mięsożernych i u Kopytnych. Do zjawisk raczej rzadkich należy nadmierne przykrócenie członu 2 z jednoczesnem wydłużeniem członu 3 u grzebaczy (np. u *Talpa)*, a to w ścisłym związku z silnie rozwiniętym narządem pazurowym.



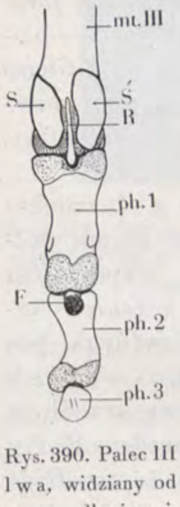
Rys. 389A. Lewa ręka pleistoceńskiego Torbacza — ✝ *Diprotodon australe* Owen (wg. E. C. Stirling'a) (por. z rys. 332).

Znaczenie skrótów: ac. — *accessorium*(!); u — *ulnare*; ha — *hamatum*; r — *radiale*; S — *sesamoideum radiale;* c. I — *carpale I;* ha — *hamatum.*

Uderza tutaj wprost nieprawdopodobny przerost k. dodatkowej (ac) oraz atypowy układ kości nadgarstka. Ogólny pokrój ręki przypomina stosunki u kreta z czego należy wnosić że i ✝ *Diprotodon* używał ręki do rycia ziemi. Przemawia za tem również rozrost kości śródręcza V (mc. V) i przykrócenie dwóch pierwszych członów palcowych. W. p.:

$$\frac{I = II = III = IV > V}{1 + II + III + IV + V}$$

Acropodia obu par kończyn mogą być zupełnie podobne lub też mogą wykazywać, mniej lub dalej, sięgające różnice. W przypadku pierwszym mówimy o — u p a l c z e n i u h o m o d a k t y l i c z n e m (R. P.). w przypadku drugim — u p a l c z e n i e jest h e t e r o d a k t y l i c z n e (R. P.). A więc, u człowieka różnice w budowie palców rąk i stóp są tak znaczne że niewątpliwie mogą one uchodzić za przedstawicieli upalczenia heterodaktylicznego. Podobnie sprawa się przedstawia jeżeli chodzi np. o psa. Tym razem jednak, różnice w budowie są nieomal niedostrzegalne, natomiast na pierwszy plan wysuwają się różnice ilo-



Rys. 390. Palec III l w a, widziany od strony dłoniowej. R—grzebień strzałkowy; S, Ś — trzeszczki śródręczno-palcowe; F — dołek dłoniowy nasady drugiego członu.

ściowe. W samej rzeczy, jeżeli chodzi o upalczenie rąk, to może ono uchodzić, z pewnemi zastrzeżeniami, za upalczenie typu pięciopalczastego (a + II < III = IV > V), a upalczenie kończyn tylnych jest upalczeniem typu wyraźnie czteropalczastego (II < III = IV > V)! Upalczenie homodaktyliczne posiada większość Kopytnych i liczni przedstawiciele zpośród Owadożernych i Gryzoni.



Rys. 391. Zdjęcie rentgenologiczne podramienia i ręki psa w postawie stojącej (wyk. prof. dr. Konstanty Łopatyński).

Łatwo się domyśleć, że o takiem samem lub o odmiennem upalczeniu kończyn rozstrzyga ich rola czynnościowa i że upalczenie typu heterodaktylicznego należy uważać za wyższy wyraz przystosowawczy kończyn, wiążący się ściśle z bardziej urozmaiconem odczynianiem ustroju w stosunku do warunków środowiska!

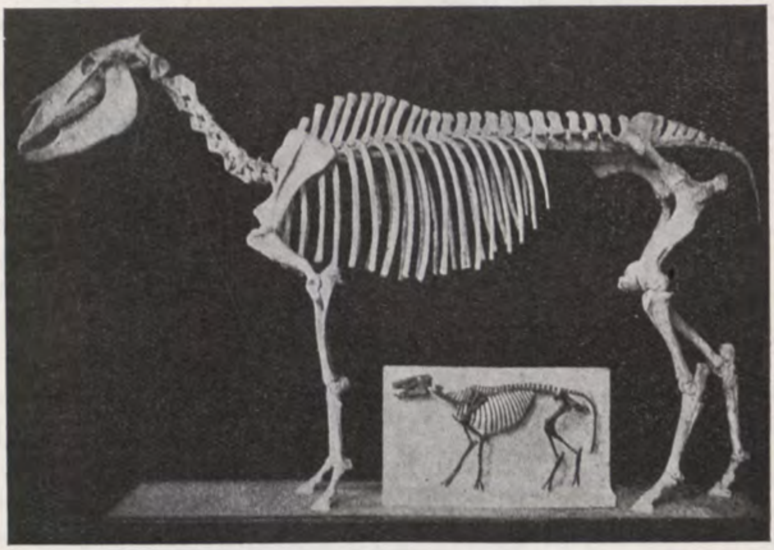
Człon 1 *(phalanx prima)* posiada naogół kształt walca o nieco spłaszczonej powierzchni dłoniowej (rys. 399). Z dwóch końców członu zgrubiały — koniec górny zwany — podstawą *(basis phalangis)* jest wyposażony w płytką — powierzchnię panewkową *(facies acetabularis)*, służącą do połączenia z główką odpowiedniej kości śródręcza (rys. 395).

U Kopytnych, w związku z obecnością grzebienia kierunkowego na końcu dolnym kości śródręcza, powierzchnia panewkowa jest wyposażona w ciągnącą się strzałkowo — rynienkę kierunkową *(sulcus sagittalis)*, dzielącą ową powierzchnię na dwa zagłębienia wtórne, poboczne: — dołek przyśrodkowy *(fovea med.* R. P.), i — dołek boczny *(fovea lat.* R. P.). U *Suidae* rynienkę kierunkową przedłuża ku tyłowi — rynienka trzeszczkowa *(sulcus sesamoideus* R. P.), umieszczona między obu trzeszczkami ze sobą zrośniętemi. Była wzmianka powyżej że właśnie ten staw, a więc — staw śródręczno-palcowy jest, pod względem swej budowy, punktem najbardziej miarodajnym dla określenia roli czynnościowej ręki (rys. 393)! I że tem kryterjum jest z jednej strony grzebień kierunkowy kości śródręcza a z drugiej odpowiadająca mu rynienka kierunkowa nasady górnej członu pierwszego.

Koniec dolny *(extremitas inf.)* czyli — bloczek *(trochlea phalangis)* składa się z dwóch płaskich wyniosłości kulistych pobocznych, oddzielonych słabo zaznaczoną, płytką, rynienką strzałkową (rys. 393).

Są to: — kłykieć boczny *(condylus lat.)* i — kłykieć przyśrodkowy *(condylus med.)*, rynienkę zaś je przedzielającą nazwiemy — rynienką kierunkową *(sulcus sagittalis)* (rys. 393).

Należy podkreślić, że tego rodzaju ukształtowanie powierzchni stawowych zachodzi u wszystkich ssaków i to bez względu na rolę czyn-



Rys. 392. Czteropalczasty, eoceński — ✝ *Eohippus* oraz jednopalczasty, pleistoceński — ✝ *Equus scotti* (wg. H. F. Osborn'a). Powyższe zestawienie ilustruje dosadnie jak bardzo zwiększył się wzrost Koniowatych w obrębie Trzeciorzędu! (p. tom I, str. 77).

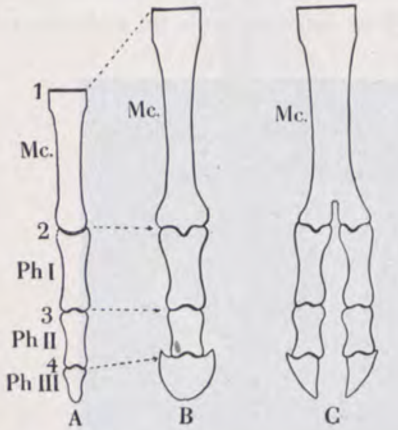
nościową ręki! Jedyne różnice, które mamy możność stwierdzić są to różnice o charakterze stopniowym t. zn. że dotyczyć mogą li tylko stopnia wyżłobienia rynienki, wzgl. stopnia wypukłości kłykci. Po obu stronach bloczka widnieją płytkie — dołki więzadłowe *(foveae ligamentosae)*.

Zasługuje na szczególną uwagę fakt, że powierzchnia stawowa bloczka sięga zawsze dalej po stronie dłoniowej aniżeli po stronie grzbietowej członu, co jest wyrazem tego, że ruchy zginania posiadają większy zakres aniżeli ruchy prostowania (rys. 390).

Część pośrodkowa członu czyli jego — trzon *(corpus phalangis)* jest często lekko wygięty pałąkowato w kierunku dłoniowym.

U Koniowatych człon pierwszy palca III zwany potocznie — kością pęcinową *(submetacarpale)* (rys. 395), jest umieszczony podobnie zresztą jak i pozostałe człony palca ukośnie, tworząc wraz z poziomą kąt otwarty ku tyłowi i wynoszący przeciętnie — 60⁰ (rys. 394).

Powierzchnię stawową górną cechuje, przedewszystkiem, obecność głębokiego strzałkowo ciągnącego się — rowka kierunkowego *(sulcus sagittalis)*, odpowiadającego grzebieniowi kierunkowemu nasady dolnej trzeciej kości śródręcza (rys. 395).



Rys. 393. Schemat ukształtowania powierzchni stawowych nadgarstkowo-śródręcznych (1), śródręczno-palcowych (2) i międzyczłonowych (3, 4) u: A — *Primates*, B — *Perissodactyla* u C — *Artiodactyla*. Całość została przedstawiona w przekroju czołowym.
Jak łatwo dostrzec, zasadnicze różnice w ukształtowaniu powierzchni stawowych zachodzą jedynie w stawie śródręczno-palcowym!

Naprzedzie rowek rozpoczyna się płytkiem — wcięciem strzałkowem przednim *(incisura sagittalis ant.* R. P.) a kończy się wtyle, znacznie lepiej zaznaczonem, — wcięciem strzałkowem tylnem *(incisura sagittalis post.* R. P.). Po bokach rowek jest ograniczony przez tępe — grzebienie poboczne *(cristae parasagittales.* R. P.), tworzące naprzedzie lekkie wzniesienie — guzki strzałkowe *(tbc. sagittalia* R. P.), obejmujące wcięcie strzałkowe przednie (rys. 395 B).

Przyśrodkowo i bocznie od rowka kierunkowego widnieją trójkątne i płasko wyżłobione powierzchnie stawowe — dołka przyśrodkowego *(fovea a'tic. med.* R. P.) i — dołka bocznego *(fovea artic. lat.* R. P.). Oczywiście, że w stanie świeżym, zarówno owe dołki jak i dno rowka kierunkowego są okryte chrząstką stawową i służą do połączenia z bloczkiem III k. śródręcza.

Zarówno rowek kierunkowy jak i grzebień są znamionami daleko posuniętej polaryzacji stawów naskutek przyjęcia przez całą kończynę własności typu zdecydowanie nośnego (rys. 395 B).

Krótki i nieco spłaszczony w kierunku przedniotylnym — trzon *(corpus phalangis tertiae)* jest naprzedzie i po bokach walcowato wypukły a wtyle raczej płaski (rys. 395 A). Powierzchnia przednia trzonu jest zupełnie gładka i tylko wgórze, tuż poniżej guzków strzałkowych, widnieje mało dostrzegalna, — guzowatość prostownika pal-

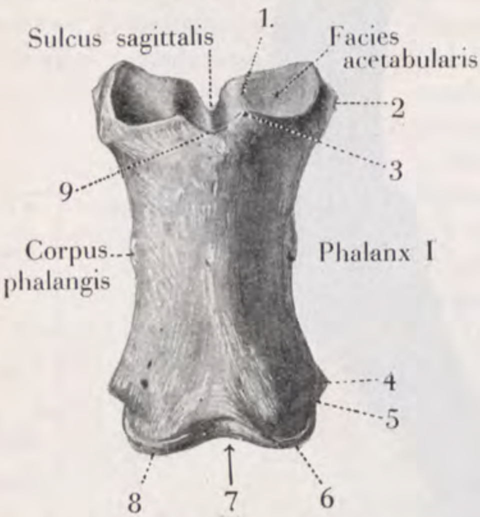
c o w e g o b o c z n e g o *(tuberositas m. extens. digit. lat.)*. W przeciwieństwie do powierzchni przedniej — p o w i e r z c h n i a t y l n a t r z o n u *(facies post. corporis)* jest dość urozmaicona (rys. 395 A).



Rys. 394. Zdjęcie rentgenologiczne palca k o ń i a wraz z odcinkiem końcowym k. śródręcza. Jak widać, w postawie spoczynkowej cały palec zajmuje p o ł o ż e n i e n a d w y p r o s t n e *(hyperextensio)*, tworząc wraz ze śródręczem kąt rozwarty, wynoszący około 135°, a otwarty ku przodowi. Zauważymy dalej że krawędź podeszwowa *(margo solearis)* kości kopytowej nie jest ustawiona poziomo lecz unosi się nieznacznie w kierunku ku tyłowi.
Należy pamiętać że ze wszystkich widzianych tutaj stawów, najbardziej ruchomym, najintensywniej »pracującym« jest staw śródręczno-palcowy.
(Wyk. doc. dr. Józef Kulczycki).

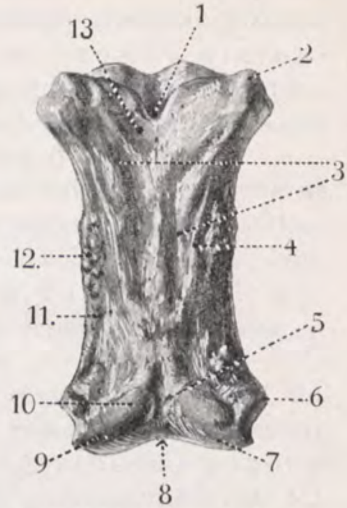
A więc, poniżej wcięcia strzałkowego tylnego dostrzeżemy z łatwością liczne otwory rozmieszczone półkolisto a stanowiące razem t. zw. — p o l e n a c z y n i o w e *(area vascularis* R. P.). Jeszcze niżej widnieje obszerna, chropowata, płaszczyzna w kształcie trójkąta o wierzchołku

skierowanym ku dołowi — trójkąt więzadłowy *(trigonum ligamentosum* R. P.), na którym znajduje przyczep szereg wiezadeł *(lig. sesamoideum rectum, ligg. sesamoidea obliqua, lig. volare art. 1 et 2 ph.)* (rys. 395 A).



Rys. 395. Kość pęcinowa *(submetacarpale; ph. 1)* konia, widziana od przodu.

Znaczenia skrótów: 1 — *crista parasagittalis* R. P.; 2 — *tbc. ligamentosum sup.;* 3 — *tbc. para sagittale ant.* R. P.; 4 — *tbc. ligamentosum inf.;* 5 — *fovea ligamentosa;* 6 — *condylus lat.* R. P.; 7 — *sulcus sagittalis* R. P.; 8 — *condylus med.* R. P.; 9 — *incisura sagittalis ant.* R. P. (wtyle widnieje analogiczna — *incisura sagittalis post.* R.P.). Rozumie się samo przez się że zarówno rowek kierunkowy jak i obydwa wcięcia strzałkowe (przednie i tylne) są wyrazem polaryzacji stawu śródręczno-palcowego. Ponadto należy zauważyć że w położeniu prawidłowem kości pęcinowej wcięcia strzałkowe znajdują się na tym samym poziomie.



Rys. 395A. Kość pęcinowa *(submetacarpale; ph. 1)* konia, widziana od tyłu.

Znaczenia skrótów: 1 — *sulcus sagittalis;* 2 — *ala ligamentosa* R. P.; 3 — *trigonum ligamentosum* R. P.; 4 — *crista ligamentosa*; 5 — *facies diverticularis;* 6 — *tbc. ligamentosum med.;* 7 — *condylus med.* R. P.; 8 — *sulcus sagittalis phalangis* 1. R. P.; 9 — *condylus lat.* R. P.; 10 — *facies articul. condyli lat.*; 11 — *linea aspera* R. P. (dla *lig. volare);* 12 — *tbs. aspera* R. P. (dla *lig. volare)*; 13 — *tbc. parasagittale post.* R. P.

Przeciętne rozmiary k. pęcinowej wynoszą: długość = 10.8 cm.; szerokość końca górnego = 6.0 cm.; szerokość końca dolnego = 5.4 cm.; grubość = 3.0 cm.

Boki trójkąta są utworzone przez listewkowate — grzebienie więzadłowe *(cristae ligamentosae* R. P.), rozpoczynające się wgórze na tępych wyrostkach, położonych po bokach dołków stawowych, a które nazwiemy — skrzydełkami więzadłowemi *(alae ligamentosae.* R. P.). Rozumie się samo przez się że możemy rozróżnić skrzydełko więzadłowe przyśrodkowe i analogiczne skrzydełko więzadłowe boczne

(rys. 395 A). Ku dołowi obydwa grzebienie więzadłowe zbliżają się do siebie i wreszcie spotykają się nieco poniżej połowy trzonu.

Przyśrodkowo i bocznie od trójkąta więzadłowego można niekiedy dojrzeć drobną — guzowatość chropowatą *(tuberositas aspera. R. P.)*, na którem kończy się jedno z więzadeł dłoniowych.

Koniec dolny kości pęcinowej ma postać — bloczka *(trochlea phalangis 1)* o słabo zarysowanej rynience przedniotylnej — rowku strzałkowym *(sulcus sagittalis phalangis* 1. R. P.) (rys. 395), przedzielającej płaski — kłykieć przyśrodkowy *(condylus med.* R. P.) od równie płaskiego — kłykcia bocznego *(condylus lat.)*. Należy zaznaczyć że powierzchnia stawowa bloczka sięga znacznie dalej ku tyłowi aniżeli naprzedzie a przytem tworzy tam dwie owalne wypustki, które nazwiemy — powierzchniami uchyłkowemi *(facies diverticulares)*.

Zarówno po stronie przyśrodkowej jak i po stronie bocznej bloczka widnieje drobne wzniesienie — guzek więzadłowy *(tbc. ligamentosum)* (rys. 395), służący do umocowania układu więzadłowego dłoniowego.

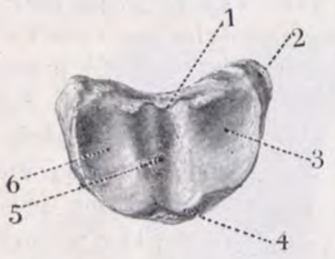
Streszczając budowę obu końców kości pęcinowej Koniowatych daje się zauważyć znaczną analogję w ich ukształtowaniu a która wyraża się, przedewszystkiem, obecnością, głębokiego wgórze a płytkiego wdole, — rowka strzałkowego *(sulcus sagittalis)* (rys. 393).

Obejmując teraz spojrzeniem układ stosunków palcowych u wszystkich ssaków (rys. 393) łatwo stwierdzić ważny szczegół, zasługujący na nazwę prawa że: stawy palców ssaków wykazują zawsze budowę wskazującą na ich polaryzację (R. P.) (rys. 393). ...A gdy się o tem choć cokolwiek pomyśli to sprawa przedstawia się aż nadto zrozumiale. Gdyż wszak ruchy palców mogą być wykonywane li tylko w kierunku strzałkowym(!), że ruchy czynne w innych płaszczyznach są niemożliwością (chociażby naskutek zupełnego braku odpowiednich mięśni!), a że przeto stawy międzyczłonowe palców są zawsze stawami spolaryzowanemi!

Z czterech palców Przeżuwaczy (rys. 381), jedynie — palce III i IV albo »palce raciczne« wykazują cechy palców nośnych, dwa bowiem pozostałe, a więc — palce II i V widnieją już tylko pod postacią nikłych szczątków i noszą nazwę — palców raciczkowych albo — raciczek«. Jak wspomniałem powyżej, u Wielbłądowatych palce poboczne zanikły doszczętnie.

Człon 1 palców III i IV posiada budowę następującą: wklęsłą — powierzchnię stawową górną dzieli głęboki — rowek kierunkowy *(sulcus sagittalis)* ciągnący się w kierunku przedniotylnym na

dwa panewkowate zagłębienia wtórne, z których jedno — dołek przyśrodkowy (*fovea medialis*) jest węższy i nieco niżej położony aniżeli — dołek boczny (*fovea lateralis*). U krawędzi tylnej tego ostatniego widnieje niewielka płaska — powierzchnia stawowa trzeszczkowa (*facies art. sesamoidea*), zestawiająca się z trzeszczką śródręcznopalcową.



Rys. 395B. Powierzchnia stawowa górna kości pęcinowej konia (*submetacarpale; ph. 1*).
1 — *incisura sagittalis post.*; 2 — *ala ligamentosa*; 3 — *fovea artic. lat.*; 4 — *incisura sagittalis ant.*; 5 — *sulcus sagittalis*; 6 — *fovea sagittalis med.*

Na pryzmatycznym, trójściennym, — trzonie (*corpus*) rozróżniamy: walcowatą — powierzchnię przedniooboczną (*facies anterolateralis*), płaską — powierzchnię pośrodkową (*facies medialis*) i wreszcie nierówną, chropowatą, — powierzchnię tylną (*facies post.*) na której wznoszą się dwa tępe guzki: bocznie położony — guzek mniejszy (*tbc. minus*) i, leżący u krawędzi powierzchni pośrodkowej, owalny, — guzek większy (*tbc. majus.*) (rys. 379).

Szczelinę przedzielającą powierzchnie pośrodkowe sąsiadujących członów nazywamy — szczeliną międzypalcową (*fissura interdigitalis*).

Koniec dolny (*extremitas inf.*) członu ma budowę bloczka (bloczek członowy — *trochlea phalangaea*), którego powierzchnia przyśrodkowa jest nieco węższa i opuszcza się niżej aniżeli jego powierzchnia boczna. Na powierzchni dośrodkowej końca dolnego widnieje okrągławy — dołek więzadłowy (*fovea ligamentosa*).

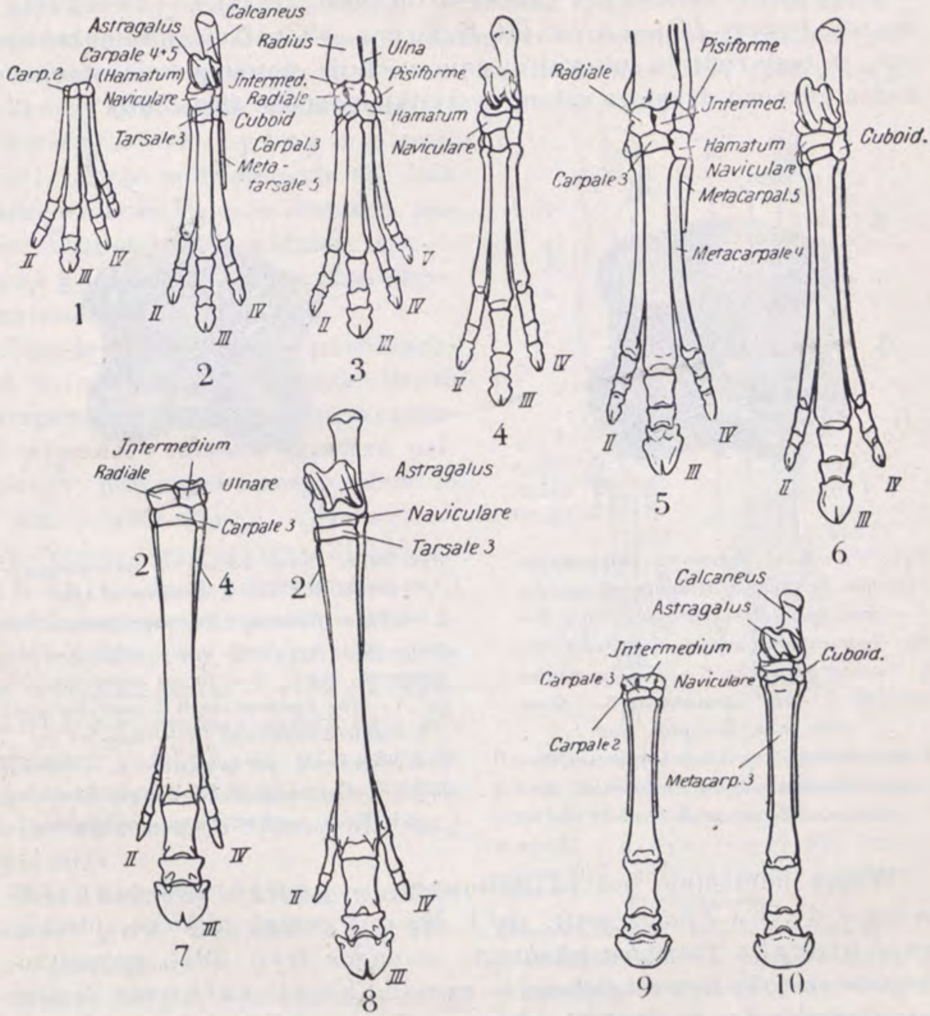
U Wielbłądowatych kość śródręcza złożona (*metacarpale III + IV*) jest pozbawiona grzebieni kierunkowych a jednocześnie powierzchnie stawowe końców górnych członów pierwszych cechuje brak rowków kierunkowych.

Podobne stosunki jak u Przeżuwaczy znajdujemy i u czteropalczastych *Suidae* z tem jednak, iż człony palców pobocznych (II, V) są nieco krótsze i cieńsze od członów palców pośrodkowych (III i IV) (rys. 376).



Rys. 395C. Przekrój strzałkowy przez kość pęcinową (*submetacarpale*) konia, mający na celu przedstawienie układu beleczek statycznych kości oraz rozmieszczenie istoty zbitej.

C z ł o n — 2 *(phalanx 2)* jest zawsze nieco krótszy od członu pierwszego (rys. 399). Walcowaty — t r z o n *(corpus phalangis secundae)* zarówno wgórze jak i wdole nabrzmiewa tworząc — k o n i e c g ó r n y

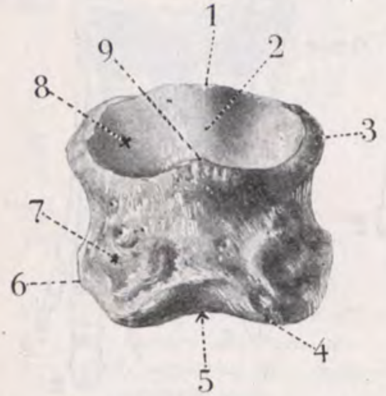


Rys. 396. Redukcja palców rąk i stóp u *Hippoidea* (wg. Lull'a).
1-2 — ręka i stopa u ✝ *Eohippus;* 3-4 stosunki u ✝ *Orohippus;* 5-6 u ✝ *Mesohippus;* 7-8 u ✝ *Neohipparion;* 9-10 u *Equus caballus.*

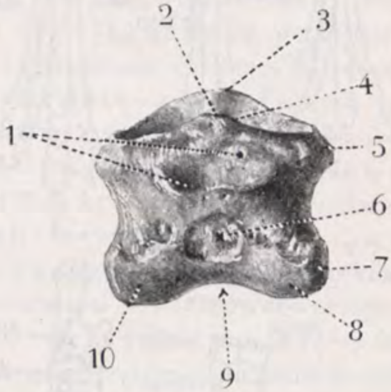
(extremitas sup.) i — k o n i e c d o l n y *(extremitas inf.)* z których każdy jest zaopatrzony powierzchnią stawową, służącą do połączenia z członami sąsiedniemi (rys. 399).

P o w i e r z c h n i a s t a w o w a g ó r n a *(facies artic. sup.)* ma

kształt szerokiej panewki, którą dzieli strzałkowo ustawiony płaski — grzebień kierunkowy *(crista sagittalis phalangaealis)* na dwa płytkie zagłębienia wtórne: boczne i przyśrodkowe. Są to: dołek stawowy przyśrodkowy *(fovea artic. med.* R. P.) i — dołek stawowy boczny *(fovea artic. lat.* R. P. (rys. 397). Należy tutaj zauważyć, że tego rodzaju ukształtowanie cechuje powierzchnie stawowe końca górnego drugiego członu wszystkich ssaków (rys. 399)!



Rys. 397. Kość koronowa *(supraungulare;* ph. 2) k o n i a, widziana od przodu. 1 — *proc. post.*; 2 — *crista sagittalis*; 3 — *tbc. ligamentosum sup.*; 4 — *condylus lat.*; 5 — *sulcus sagittalis*; 6 — *tbc. ligamentosum inf.*; 7 — *tbs. ligamentosa*; 8 — *fovea artic. med.*; 9 — *proc. ant.*
Przeciętne wymiary kości koronowej wynoszą: długość = 4.8 cm.; największa szerokość = 5.2 cm.; grubość = 2.6 cm.



Rys. 397A. Kość koronowa *(supraungulare;* ph. 2) k o n i a, widziana od tyłu. 1 — *crista flexoria*; 2 — *proc. post.*; 3 — *proc. ant.*; 4 — *fovea artic. med.*; 5 — *tbc. ligament. sup.*; 6 — *fovea suprarticularis inf.*; 7 — *tbs. ligamentosa*; 8 — *condylus med.*; 9 — *sulcus sagittalis*; 10 — *condylus lat.*
Kość koronowa jest (wyjąwszy k. ramienną) jedynym składnikiem kończynowym Koniowatych, który uległ wtórnemu przykróceniu!

Wręcz odmiennie jest ukształtowana — powierzchnia stawowa dolna *(facies artic. inf.)*. Ma ona postać niskiego, płaskiego — bloczka *(trochlea phalangis secundae* (rys. 397), zaopatrzonego w szeroką lecz niegłęboką — rynienkę strzałkową *(sulcus sagittalis)* biegnącą w kierunku strzałkowym. Po obu jej stronach widnieją płaskie kłykcie: — kłykieć boczny *(condylus phalangealis lat.* R. P.) i — kłykieć przyśrodkowy *(condylus phalangealis med.* R. P.) (rys. 399).

U Koniowatych — człon 2, zwany potocznie — kością koronową *(supraungulare)*, jest krótki lecz szeroki, posiada więc zarys prostokąta (rys. 394, 397, 397A).

Koniec górny *(extremitas sup.)* posiada powierzchnię stawową

lekko wydrążoną, którą dzieli płaski — grzebień kierunkowy *(crista sagittalis)* na dwa pola wtórne: — dołek stawowy boczny *(fovea artic. lat.)* i nieco rozleglejszy — dołek stawowy przyśrodkowy *(fovea artic. med.)*. Grzebień kierunkowy członu drugiego odpowiada rynience końca dolnego kości pęcinowej i rozpoczyna się naprzedzie trójkątnym — wyrostkiem przednim *(proc. ant.)* a kończy się wtyle podobnym — wyrostkiem tylnym *(proc. post.)*, często podzielonych na dwa guzki wtórne. Po obu stronach powierzchni stawowej widnieje tępy — guzek więzadłowy *(tbc. ligamentosum)* (rys. 397).

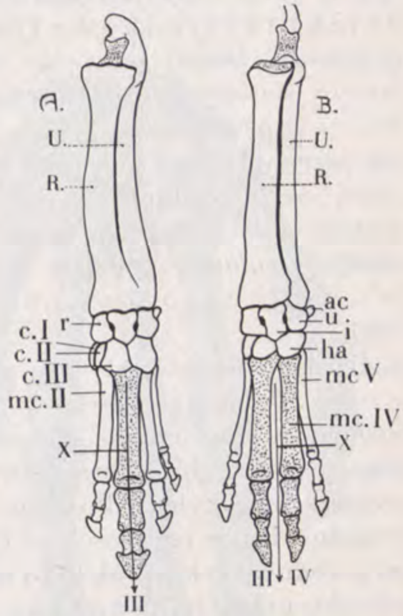
Poniżej guzka tylnego powierzchnia tylna trzonu wykazuje liczne chropowatości wywołane przyczepami więzadeł i mięśnia zginacza palcowego powierzchownego. Jest to t. zw. — grzebień zginaczowy *(crista flexoria)* (rys. 397A).

Koniec dolny *(extremitas inf.)* kości koronowej ma postać — bloczka *(trochlea)* na którym zaznacza się wyraźnie płytki — rowek kierunkowy *(sulcus sagittalis)*, oddzielający — kłykieć przyśrodkowy *(condylus med.)* od — kłykcia bocznego *(condylus lat.)* (rys. 397).

Przed każdym z kłykci widnieje duży — guz więzadłowy *(tuber ligamentosum)*.

Należy wreszcie zaznaczyć, że oś kości koronowej leży w przedłużeniu osi kości pęcinowej (rys. 394).

Bardzo swoisty kształt posiadają człony drugie palców Przeżuwaczy (rys. 379). Istotnie, mają one postać krępych graniastosłupów trójściennych, przedzielonych wąską — szczeliną międzypalcową.



Rys. 398. Podramię i ręka, widziana od przodu: A. *Tapirus*, B. *Phacochoerus* jako przykłady budowy kończyn śródosiowej (A) i przyosiowej (B). Palce osiowe (III) i (III + IV) zostały oznaczone kropkowaniem.

Znaczenie skrótów: U — k. łokciowa; R — k. promieniowa; r — k. przypromieniowa; ac — k. dodatkowa; u — k. przyłokciowa; i — k. pośrednia; ha — k. haczykowata; c. I — k. nadgarstka pierwsza; x — oś ręki. Jak widać, w typie śródosiowym ręki oś przechodzi przez palec III a w typie przyosiowym poprzez przestrzeń międzypalcową, przedzielającą palec III od palca IV. Palce poboczne, zwłaszcza u tapira, wykazują różny stopień odkształcenia. Obydwie kości podramienia są jednakowo dobrze wykształcone.

W każdym z nich rozróżniamy: walcowato wypukłą — powierzchnię przednioboczną *(facies anterolateralis)*, lekko wklęsłą — powierzchnię dośrodkową *(facies medialis)* i również nieco wgłębioną — powierzchnię tylną *(facies post.)* (rys. 379).

Panewkowatą powierzchnię stawową górną dzieli niska krawędź na dwa wtórne wgłębienia, z których — dołek boczny *(fovea artic. lat.)* jest szerszy i zachodzi dalej ku tyłowi, aniżeli — dołek przyśrodkowy *(fovea artic. med.)*, bardziej wysunięty ku przodowi. Ostra krawędź, otaczająca ową powierzchnię stawową, wznosi się naprzedzie tworząc, dobrze odcinający się, — wyrostek kości koronowej *(proc. phalangis 2* R. P.). Podobny, ale znacznie szerszy, — wyrostek więzadłowy boczny *(proc. ligament. lat.)* widnieje wtyle i nieco bocznie od powierzchni stawowej. Głębokie — wcięcie międzywyrostkowe *(incisura intertubercularis)* oddziela go od wtyle położonego — wyrostka więzadłowego dośrodkowego *(proc. ligament. med.)* (rys. 380).

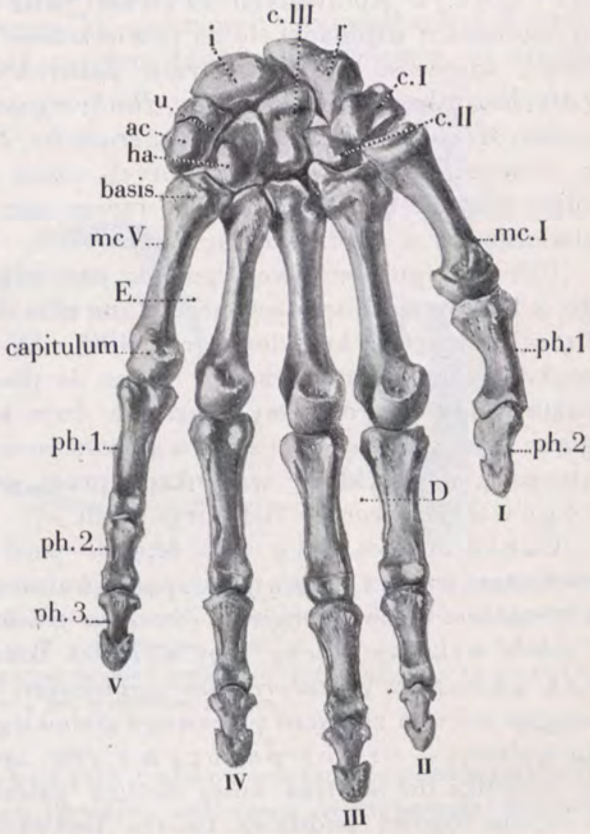
Bardzo charakterystyczną postać posiada — powierzchnia stawowa dolna *(facies artic. inf.)*. To co najbardziej uderza jest to rozległość powierzchni bloczka *(trochlea phalangis 2)*, rozpościerającego się zarówno na część powierzchni przedniej trzonu jak i na jego powierzchnię tylną. Pozatem cały bloczek jest ustawiony pochyło, a mianowicie w ten sposób, iż rynienka jego zamiast ciągnąć się wprost od przodu ku tyłowi, jak to bywa zazwyczaj, tym razem zbacza w swym odcinku przednim w kierunku przyśrodkowym, kończąc się u krawędzi przedniej powierzchni dośrodkowej trzonu. W części dolnej tej ostatniej znajdujemy głęboki — dołek więzadłowy *(fovea ligamentosa)* (rys. 379).

Są to wszystko, oczywiście, szczegóły. Szczegóły drobne, błahe, i o których myśleć się niechce... Ale gdy się pomyśli, że za każdym z nich tkwią wieki... Albo, że ocena wagi i znaczenia czegokolwiek zależy również i od oddalenia z jakiego to »coś« oglądamy, od »naszego kąta widzenia«... *»Dziwnem jest patrzeć na tego lub innego człowieka... Na spokojnych, zwykłych ludzi z codziennego naszego życia: na urzędnika bankowego, na zamiatacza ulic, na jakąś dziewczynę w średnim wieku, śpiewającą w drugim rzędzie chóru, myśleć o długich dziejach poza nimi; o nieskończonej serji przypadków, które, począwszy od zamierzchłej przeszłości, doprowadziły ich w tym momencie do tego a nie innego miejsca... Jeżeli tak skomplikowane dzieje potrzebne były do tego, aby się wogóle tutaj znaleźli możnaby sądzić, że istnienie ich posiada również jakieś ogromne znaczenie. Możnaby sądzić, że to,*

co się z nimi dzieje, musi odgrywać pewną rolę w oczach potęgi, która je stworzyła« (W. Sommerset-Maugham).

Człon — 3 *(phalanx 3)*. Kształt członu trzeciego albo wolnego jest ściśle uzależniony od postaci jaką przybiera wytwór naskórkowy który go przyobleka. W związku z trzema głównemi ukształtowaniami istoty rogowej (paznokieć, pazur, kopyto) rozróżniamy trzy zasadnicze typy członu trzeciego: — typ paznokciowy, — typ pazurowy i — typ kopytowy.

W — typie paznokciowym (rys. 399), cechującym rękę człowieka i Naczelnych, człon trzeci (ph. 3) ma kształt cieniejącego ku dołowi biszkopta o panewkowatej powierzchni stawowej górnej, zestawiającej się z główką członu drugiego (ph. 2). Na dnie panewki widnieje płaski, strzałkowo ustawiony, — grzebień kierunkowy *(crista sagittalis)*, przedzielający — dołek przyśrodkowy *(fovea med.)* od — dołka bocznego *(fovea lat.)*. Jak łatwo się domyśleć, zarówno ów grzebień jak i dołki są tworami analogicznemi takimże samych dołkom i grzebieniowi powierzchni stawowej członu drugiego (rys. 393).



Rys. 399. Powierzchnia dłoniowa ręki człowieka.

Powierzchnię dłoniową — końca dolnego albo — wolnego *(extremitas inf.)* pokrywają liczne drobne wyniosłości rozmieszczone półksiężycowato, całokształt których nosi nazwę — guzowatości paznokciowej *(tuberositas unguicularis)*. Jest ona wywołana bliskiem sąsiedztwem ciałek czuciowych występujących obficie w miękiszu

albo lepiej — brzuścu palcowym *(pulpa digitalis)* (rys. 399) i niema nic wspólnego z płytką paznokciową, które wszak znajduje się po stronie grzbietowej palca.

Typ pazurowy członu trzeciego jest typem najczęściej spotykanym i występuje między innemi u Mięsożernych, u których narząd pazurowy jest narówni z zębami, bronią a jednocześnie narzędziem umożliwiającem zahaczanie się o powierzchnię chropowatą (kora drzewa i t. d.). U Kotowatych *(Felidae)* pazury oddają wielkie usługi w mechanice wspinania się na powierzchnie pochyłe. Zupełnie wyjątkowe znaczenie posiada narząd pazurowy u ssaków grzebiących *(Myrmecophagidae, Spalacidae, Bathyergoidea, Chrysochloridae, Talpidae, Monotremata, Notoryctes, Perameles, Phascolomys, Hystricidae*; p. również tom I str. 111) u których człon pazurowy jest zawsze b. silnie rozwinięty. Podobny stan rzeczy, acz z odmiennych powodów, stwierdzamy u *Pholidota*, i u *Xenarthra*.

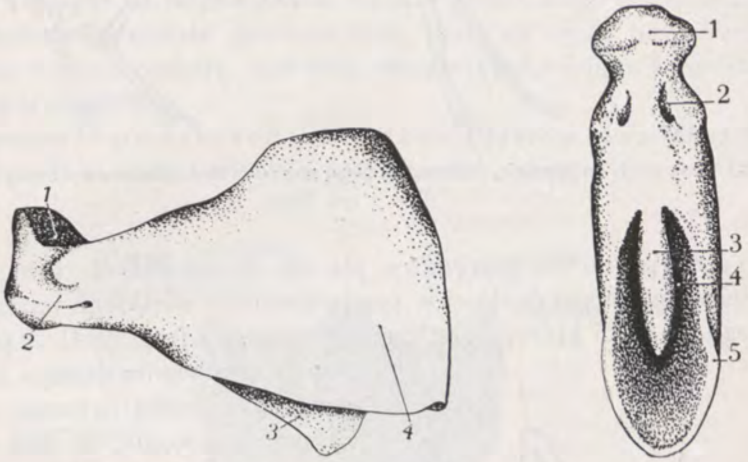
Człon 3 typu pazurowego posiada, jako całość, kształt nieprawidłowego, z boków nieco spłaszczonego, dłuta albo stożka o — wierzchołku *(apex)* wygiętym ku tyłowi (rys. 400). W związku z różnem ustosunkowaniem się powierzchni członu do płaszcza rogowego narządu pazurowego, rozróżniamy w członie dwie zasadnicze części: — część górną albo — część mięśniową *(pars muscularis* R. P.) i część dolną, otoczoną w zwykłych warunkach przez otoczkę rogową, — część rogową *(pars cornea* R. P.) (rys. 400).

Część mięśniowa albo lepiej — podstawa członu *(basis phalangis tertiae)* zestawia się panewkowatą powierzchnią stawową z bloczkiem członu drugiego *(trochlea phalangis secundae)* a wtyle i wdole wykazuje mocny, tępy wyrostek skierowany ku tyłowi — guzek pazurowy *(tuberculum unguiculare)*, na którym kończy się ścięgno mięśnia zginacza palcowego głębokiego. Tuż u nasady wyrostka widnieje — otwór pazurowy *(for. unguiculare)*, poprzez który przenika do wnętrza kości drobna gałązka tętnicza. Na granicy z częścią rogową podstawa tworzy listewkowaty albo blaszkowaty, okrężny występ, pod który chroni się miazga rozrodcza pazurowa. Jest to — obrąbek pazurowy *(labrum unguiculare)* (rys. 400).

Część rogowa, którą nazwiemy — stożkiem pazurowym *(conus unguicularis)* ma postać poprzecznie spłaszczonego kolca o wypukłej — krawędzi górnej *(margo sup.)* i wklęsłej — krawędzi dolnej *(margo inf.)*. Obydwie krawędzie spotykają się u zaostrzonego — wierzchołka pazurowego *(apex unguicularis)*, skierowanego nieco wdół i ku dolowi. Szerokie, lekko wypukłe, — powierzchnie poboczne *(facies collat.)* są gładkie wzgl. wykazują

nikłe podłużne rowkowanie. W miejscu spotkania stożka członowego z podstawą widnieje głęboki, kolisty, rowek podminowywujący obrąbek pazurowy. Jest to t. zw. — zatoka pazurowa *(sinus unguicularis)* (rys. 400).

U ssaków o kończynach wybitnie przystosowanych do czynności grzebnych (np. *Talpa, Chrysochloris, Perameles, Pholidota* i in.) koniec wolny członu jest głęboko rozszczepiony wąską, podłużną — szczeliną członową *(fissura phalangea.* R. P.), służącą do umocowania narządu pazurowego. W niektórych przypadkach *(Myrmecophagidae, Bradypodidae)* szczelinę zastępuje, widniejąca po stronie



Rys. 400. Człon pazurowy lwa *(Felis leo* L.), widziany zboku i od dołu (rysunek prawy). 1 — *basis phalangis*; 2 — *for. unguiculare*; 3 — *conus unguicularis*; 4 — *labrum unguiculare*; 5 — *sinus unguicularis.*

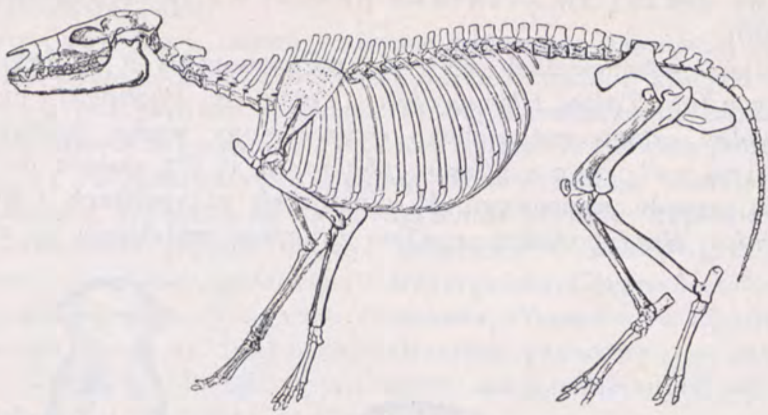
W związku z bardzo silnie rozwiniętym narządem pazurowym u *Felidae* zatoka pazurowa jest wyjątkowo głęboka.

grzbietowej podłużna, — bruzda członowa *(sulcus phalangealis.* R. P.). Należy zaznaczyć, że szczelina członowa występowała również u wielu przedstawicieli zpośród ✝ *Creodontia.*

Ostatni typ członu trzeciego (ph. 3) — typ kopytowy kształtuje się pod przemożnym wpływem swoistego — narządu kopytowego, powstałego naskutekześrodkowania wielkiego ciśnienia ciężaru ciała na niewspółmiernie małą powierzchnię oparcia kończyny (rys. 403).

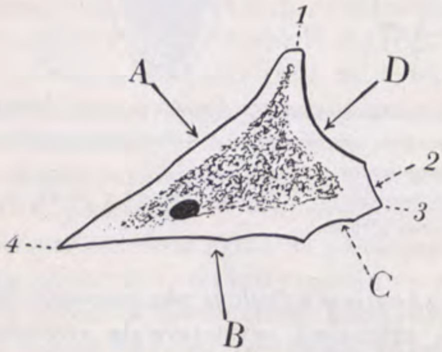
Występuje on pod nieco różnemi postaciami u wszystkich przedstawicieli rzędu Kopytnych, a więc ssaków o kończynach wyspecjalizowanych ściśle w kierunku nośnym. Kształt członu kopytowego zależy również od ilości palców. Tem należy wytłumaczyć różnicę w bu-

dowie między np. kością kopytową jednopalczastego konia i — kośćmi racicznemi dwupalczastych Przeżuwaczy.



Rys. 401. Kościec ✝ *Eohippus'a,* dolnoeoceńskiego przedstawiciela Koniowatych (wg. Cope'go). (Por. z rys. 392).

Kość kopytowa *(ungulāre,* ph. 3), Koniowatych robi wrażenie kości niepokojąco drobnej w porównaniu do wielkiego narządu kopytowego, w głębi którego jest ona umieszczona (rys. 394). A przecież ona to ostatecznie dźwiga w stanie spoczynku jedną czwartą ciężaru całego ciała konia, co stanowi obciążenie wynoszące około 100 kg. na jedną kończynę! Siły działające na ową kość podczas chodu, biegu, a zwłaszcza w czasie skoku są znacznie większe i z całą pewnością nie podołałaby ona swym zadaniom gdyby nie ukośne — ustawienie kątowe (p. str. 387) całego palca oraz cały szereg przystosowań anatomicznych, które ujmujemy pod wspólną nazwą — narządu amortyzacyjnego wstrząsy.



Rys. 402. Przekrój strzałkowy przez kość kopytową konia.
A — powierzchnia ścienna; B — powierzchnia podeszwowa; C — powierzchnia zginaczowa; D — powierzchnia stawowa.
1 — krawędź koronowa; 2 — powierzchnia trzeszczkowa; 3 — krawędź tylna; 4 — krawędź podeszwowa.

Jako całość, kość kopytowa konia ma kształt szerokiej lecz przysadzistej, pryzmatycznej i półksiężycowato ku tyłowi wygiętej, sto-

sunkowo niewielkiej, bryły w której rozróżniamy cztery powierzchnie następujące (rys. 402): walcowato wypukłą, ku przodowi i wbok skierowaną — powierzchnię ścienną; wklęsłą wdół i nieco ku tylowi zwróconą — powierzchnię podeszwową, wgórze i wtyle umieszczoną chropowatą — powierzchnię zginaczową i wreszcie ku górze skierowaną, gładką, — powierzchnię stawową (rys. 403), służącą do połączenia z kością koronową.

Z owych powierzchni jedynie powierzchnia ścienna i powierzchnia podeszwowa są pokryte u konia żywego bezpośrednio przez t. zw. — miazgę kopytową a pośrednio i przez pochewkę rogową kopyta, mogą być więc uważane za odpowiednik stożka pazurowego Mięsożernych, natomiast dwie pozostałe powierzchnie, mam na myśli powierzchnię zginaczową i powierzchnię stawową, stanowią odpowiednik podstawy pazurowej (rys. 402).

Chropowata — powierzchnia ścienna *(facies parietalis)* (rys. 402) ma kształt skośnego wycinka powierzchni niskiego, lecz szerokiego



Rys. 403. Kość kopytowa *(ungulare)* konia, widziana od przodu.

stożka, zwróconego podstawą ku dołowi (rys. 403). Odgranicza ją od powierzchni podeszwowej ostra, półkolista, — krawędź podeszwowa *(margo solearis)* a od powierzchni stawowej, pochyło opuszczająca się ku tyłowi i wdół, — krawędź koronowa *(margo coronalis)*. W części pośrodkowej krawędź koronowa wyciąga się ku górze pod postacią trójkątnawej, silnej wyniosłości zwanej — wyrostkiem wyprostnym *(proc. extensorius)* (rys. 403), służącym do przyczepu m. prostownika palcowego *(extensor digitalis)*. Powierzchnia tylna wyrostka jest gładka, wchodzi w obręb powierzchni stawowej służącej do połączenia z kością koronową i wykazuje w części swej pośrodkowej początek — grzebienia kierunkowego *(crista sagittalis)*. Po-

wierzchnia przednia jest chropowata i jest położona bardziej stromo aniżeli pozostała powierzchnia ścienna kości, tworząc wraz z nią, otwarty ku przodowi — kąt ścienny *(angulus parietalis* R. P.) (rys. 403 C).

Tuż poniżej krawędzi koronowej ciągnie się od wyrostka wyprostnego ku tyłowi, stopniowo pogłębiająca się i rozszerzająca się, rynienka o dnie nierównem, chropowatem. Jest to — rowek krawędziowy *(sulcus marginalis)*, stanowiący ślad umocowania układu więzadłowego koronowo-kopytowego (rys. 403 C).

W pobliżu krawędzi podeszwowej widnieją na powierzchni ściennej liczne otwory naczyniowe — otwory krawędziowe *(forr. marginalia)* (rys. 403) oraz niemniej liczne pionowe, podłużne, ostro zarysowane, brózdyześrodkowane głównie w części pośrodkowej i dolnej kości. Otwory krawędziowe służą do pomieszczenia naczyń, udających się od przewodu półksiężycowatego (p. niżej) do miazgi, pokrywającej powierzchnię ścienną kości kopytowej. Cały ten obszar nazwiemy — polem chropowatem *(area aspera* R. P.) i przeciwstawimy je — polu gładkiemu *(area glabra* R. P.), obejmującemu część górną powierzchni ściennej, aż po krawędź koronową (rys. 403 C).



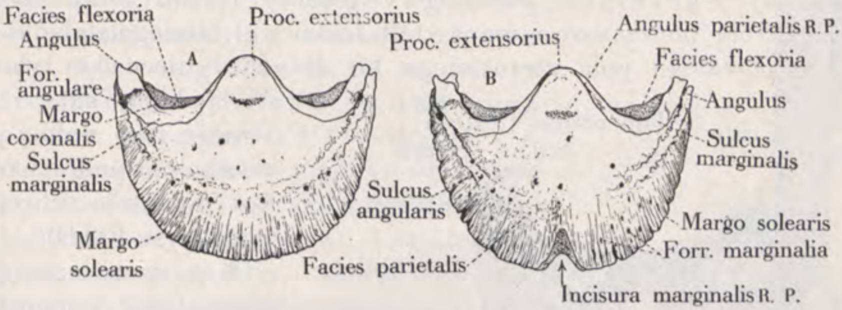
Rys. 403A. Kości kopytowe — ✝ *Anchilophus'a* (z Phosphorites des Quercy).

Obecność silnie zaznaczonego wcięcia krawędziowego *(incisura marginalis* R. P.) u ✝ *Palaeohippidae* świadczy za tem że narząd kopytowy był ongiś poprzedzony narządem pazurowym, dla którego obecność owego rozszczepu członowego a zwłaszcza rynienki ciągnącej się od niego wzwyż była nader korzystna dla umocowania silnych pazurów.

Ku tyłowi powierzchnia ścienna ulega stopniowemu przewężeniu kończąc się tępym występem kostnym zwanym — kątem k. kopytowej *(angulus)* (rys. 403 C). Stanowi on miejsce spotkania krawędzi koronowej z krawędzią podeszwową. Kąt kończy się głębokiem — wcięciem kątowem *(incisura angularis)*, dzielącem go na dwa ramiona: na krótsze — ramię górne *(ramus sup.)* i na dalej ku tyłowi wysunięte — ramię dolne *(ramus inf.)*. Często gruba beleczka kostna zamienia wspomniane wcięcie na szeroki — otwór kątowy *(for. angulare)* (rys. 403 C).

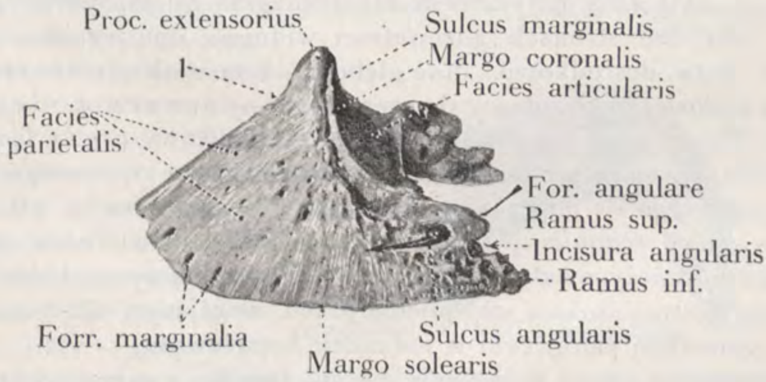
Od wcięcia kątowego, wzgl. od otworu kątowego, ciągnie się poziomo

ku przodowi po powierzchni ściennej szeroka choć płytka — rynienka *(sulcus parietalis s. angularis)*, służąca do pomieszczenia ważnej gałązki tętniczej (rys. 403C). W niewielkiej odległości od kąta rynienka ścienna ulega zupełnemu wygładzeniu i staje się niedostrzegalna.



Rys. 403B. Powierzchnie ścienne dwóch kości kopytowych *(ungulare)* konia, z których kość kopytowa B posiada — wcięcie krawędziowe *(incisura marginalis* R. P.). Jak widać, niecała powierzchnia k. kopytowej jest chropowata *(area aspera* R.P.): cały odcinek, znajdujący się przed — rowkiem krawędziowym *(sulcus marginalis)* jest gładki *(area glabra* R. P.). Ponadto zwrócić uwagę, że w miejscu oznaczonem kreską, a więc u podstawy wyrostka wyprostego, następuje kątowe załamanie powierzchni ściennej — kąt ścienny *(angulus parietalis* R. P.). Co do pow. ściennej to należy zauważyć, że współpracuje ona w szerokim zakresie z powierzchnią podeszwową kości w kierunku rozproszenia parcia jakie wywiera narząd kopytowy naskutek ześrodkowania się $^1/_4$ wagi ciała na stosunkowo tak drobne *ungulare*.

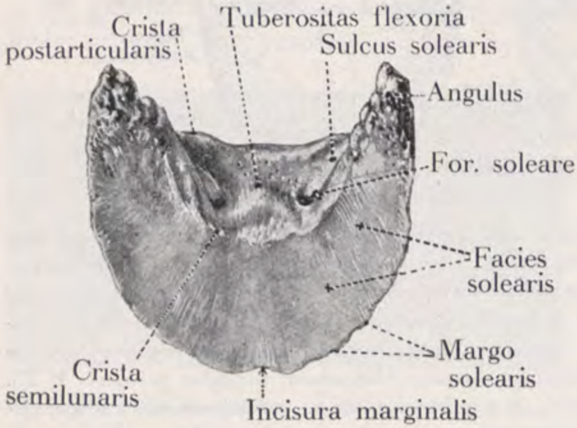
Powyżej rynienki ściennej, a tuż pod krawędzią koronową znajdujemy wgłębienie, wywołane przymocowaniem układu wiązadłowego, noszące nazwę — dołu więzadłowego *(fossa ligamentosa)* (rys. 403C).



Rys. 403 C. Kość kopytowa *(ungulare)* konia, widziana zboku (1 — *angulus parietalis*).

Zasługuje na podkreślenie, że w prawidłowem położeniu kości kopytowej, powierzchnia jej ścienna jest ustawiona pod kątem 45^0 w stosunku do płaszczyzny poziomej (rys. 394).

Powierzchnię podeszwową *(facies solearis)* ogranicza od przodu i zboków krawędź podeszwowa, od tyłu zaś i dośrodkowo słabo zaznaczony — grzebień półksiężycowaty *(crista semilunaris)*. Powierzchnia podeszwowa ma kształt lekko wgłębionego i gładkiego półksiężycowatego pola zwróconego ku dołowi i nieco ku tyłowi.



Rys. 403D. Kość kopytowa *(ungulare)* konia, widziana od dołu.

W pobliżu kąta i na stronie jego dolnej powierzchnia podeszwowa jest wybitnie chropowata (rys. 403D).

Kąt nachylenia powierzchni podeszwowej do poziomu wynosi przeciętnie 20^0.

Powierzchnia zginaczowa *(facies flexoria)* leży nieomal w przedłużeniu powierzchni podeszwowej. Ograniczają ją od dołu i od przodu grzebień półksiężycowaty od góry zaś poprzecznie ciągnąca się niewyraźna — krawędź tylna *(margo post.)* (rys. 402).

Część pośrodkowa powierzchni zginaczowej tworzy poprzeczne, niewielkie, wzniesienie — guzowatość zginaczową *(tuberositas flexoria)*, wywołaną przyczepem mięśnia zginacza palcowego głębokiego. Po obu stronach guzowatości widnieje, opuszczający się od okolicy kąta dośrodkowo, dość głęboki, — rowek podeszwowy *(sulcus solearis)*, prowadzący do szerokiego — otworu podeszwowego *(for. soleare)* (rys. 403D). Otwór podeszwowy prawy łączy się z takimże otworem strony lewej za pośrednictwem obszernego, łukowato ciągnącego się poprzez miąższ kostny, — przewodu półksiężycowatego *(canalis semilunaris)* (rys. 402). U zwierzęcia żywego przewód półksiężycowaty jest wypełniony przez naczynia, które w łonie masy kostnej szukają schronienia przed, ulegającym ciągłym wahaniom, ciśnieniom panującym w narządzie kopytowym.

Zasługuje na uwagę, iż będąc w ścisłym związku z narządem kopytowym, kość kopytowa jest wyjątkowo silnie unaczyniona, czego wyrazem

osteologicznym są wszystkie owe otwory, rowki, i przewody wyżej wspomniane.

Powierzchnia stawowa *(facies articularis)* (rys. 402) kości kopytowej jest zwrócona ku górze i nieco ku tyłowi i ma kształt obszernego, owalnego wgłębienia, które dzieli płaski — grzebień kierunkowy *(crista sagittalis* R. P.) na dwa symetryczne dołki: — dołek stawowy boczny *(fovea artic. lat.* R. P.) i — dołek stawowy przyśrodkowy *(fovea artic. med.* R. P.). Obydwa dołki są lekko wklęsłe zarówno w kierunku strzałkowym jak i w kierunku poprzecznym (rys. 405).

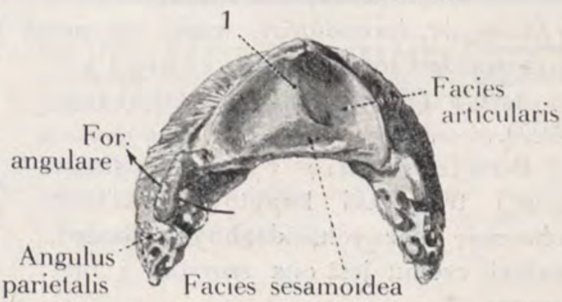
Powierzchnię stawową ogranicza od przodu i z boków — krawędź koronowa wraz z jej wyrostkiem wyprostnym a w tyle — krawędź tylna. Z powyższego wynika, że ta ostatnia stanowi naturalną granicę między powierzchnią stawową i powierzchnią zginaczową (rys. 402).

Wspomniany powyżej grzebień kierunkowy odpowiada oczywiście rynience kierunkowej końca dolnego kości koronowej (p. str. 548) a obydwa dołki stawowe jej kłykciom.

Drobny odcinek tylny powierzchni stawowej, zestawiający się z nieparzystą trzeszczką kopytową, zarysowywuje się pod postacią owalnego, płaskiego pola, które ujmiemy pod nazwą — powierzchni trzeszczkowej *(facies sesamoidea)* (rys. 405). Oddziela ją od pozostałej, znacznie większej powierzchni stawowej, przeznaczonej dla kości koronowej, nikły — grzebień śródstawowy *(crista intraarticularis* R. P.).



Rys. 404. ✠ *Hipparion mediteranneum.* Śródstopie i palec, widziane zboku (wg. O. Abel'a). $^1/_3$ wielk. nat. k. p. $\frac{b + III + d}{b + III + d}$ Jak widać, palce II i IV są całkowicie pozbawione roli czynnościowej, jakkolwiek morfologicznie są jeszcze względnie dobrze zachowane.



Rys. 405. Powierzchnie stawowe kości kopytowej *(ungulare)* konia. 1 — *crista sagittalis*; (po obu jej stronach widnieją płytkie, trójkątne — *foveae articulares).*

W części pośrodkowej krawędzi podeszwowej *(margo solearis)* daje się często zauważyć (w 36,3% przypadków), w różnym stopniu zaznaczone, wcięcie, które autor nazwał — wcięciem krawędziowem *(incisura marginalis* R. P.) (rys. 403B).

Nie przedstawiałoby ono, niewątpliwie, nic szczególnego, gdyby nie to, że występowało ono jako zjawisko stałe u ✝ *Palaeohippidae* (✝ *Anchilophus*, ✝ *Plagiolophus*, ✝ *Propalaeotherium*, ✝ *Lophotherium*; rys. 403A, 406) a przeto może być uważane za odpowiednik — szczeliny członowej *(fissura phalangealis)*, występującej u licznych zpośród przedstawicieli ✝ *Creodontiarum*, u których służyła ona do umocowania narządu pazurowego.



Rys. 406. Kości kopytowe — ✝ *Plagiolophus* (z La Débruge). ✝ Koniowate pierwotne (✝ *Palaeohippidae)* posiadały rozszczep k. kopytowej znacznie lepiej wyrażony aniżeli to ma miejsce niekiedy u Koniowatych współczesnych pod postacią wcięcia krawędziowego (por. z rys. 403B).

Trzeszczka kopytowa *(sesamoideum ungulare)* ma u Koniowatych kształt poprzecznie wyciągniętej, owalnej i dosyć grubej płytki, umieszczonej na tylnej powierzchni stawu koronowokopytowego (rys. 394). Rozróżniamy w niej: prostą — krawędź górną *(margo sup.)*, ku dołowi uwypukloną — krawędź dolną *(margo inf.)* oraz dwie powierzchnie — powierzchnią przednią i — powierzchnię tylną (rys. 407).

Powierzchnia przednia trzeszczki *(facies ant.)* wykazuje dwie gładkie powierzchnie stawowe, z których jedna a mianowicie górna jest większa i służy do zestawienia z odcinkiem tylnym powierzchni stawowej kości koronowej — powierzchnia koronowa *(facies art. coronoidea)*, wąski zaś pasek dolny łączy się z kością kopytową. Jest to — powierzchnia kopytowa *(facies art. ungularis)* (rys. 407).



Rys. 407. Trzeszczka kopytowa konia *(sesamoideum ungulare)*.

Powierzchnię tylną *(facies post.)* trzeszczki kopytowej cechuje obecność licznych, drobnych brózd, dzięki czemu jest ona szorstka i nierówna.

Znaczenie trzeszczki kopytowej jest wielostronne. A więc, wzmacnia ona

od tyłu staw koronowokopytowy, zwiększa wydajność skurczu mięśnia zginacza palcowego głębokiego (odgrywa więc rolę hypomochljonu) i wreszcie bierze udział w niweczeniu wstrząsów, wchodzi więc w skład t. zw. narządu amortyzacyjnego narządu kopytowego.

Człony trzecie (ph. 3) palców III i IV Przeżuwaczy noszą również nazwę — kości racicznych (rys. 409). Każda z nich przypomina nawpół i pośrodkowo przeciętą kość kopytową Nieparzystokopytowców i może być porównana do piramidy trójściennej o szerokiej — podstawie *(basis)* zwróconej ku tyłowi i o ostrym — wierzchołku *(apex)* skierowanym ku przodowi. Kość raciczną palca III oddziela od kości racicznej palca IV głęboka — szczelina międzyraciczna *(fissura interphalangea)* (rys. 409).

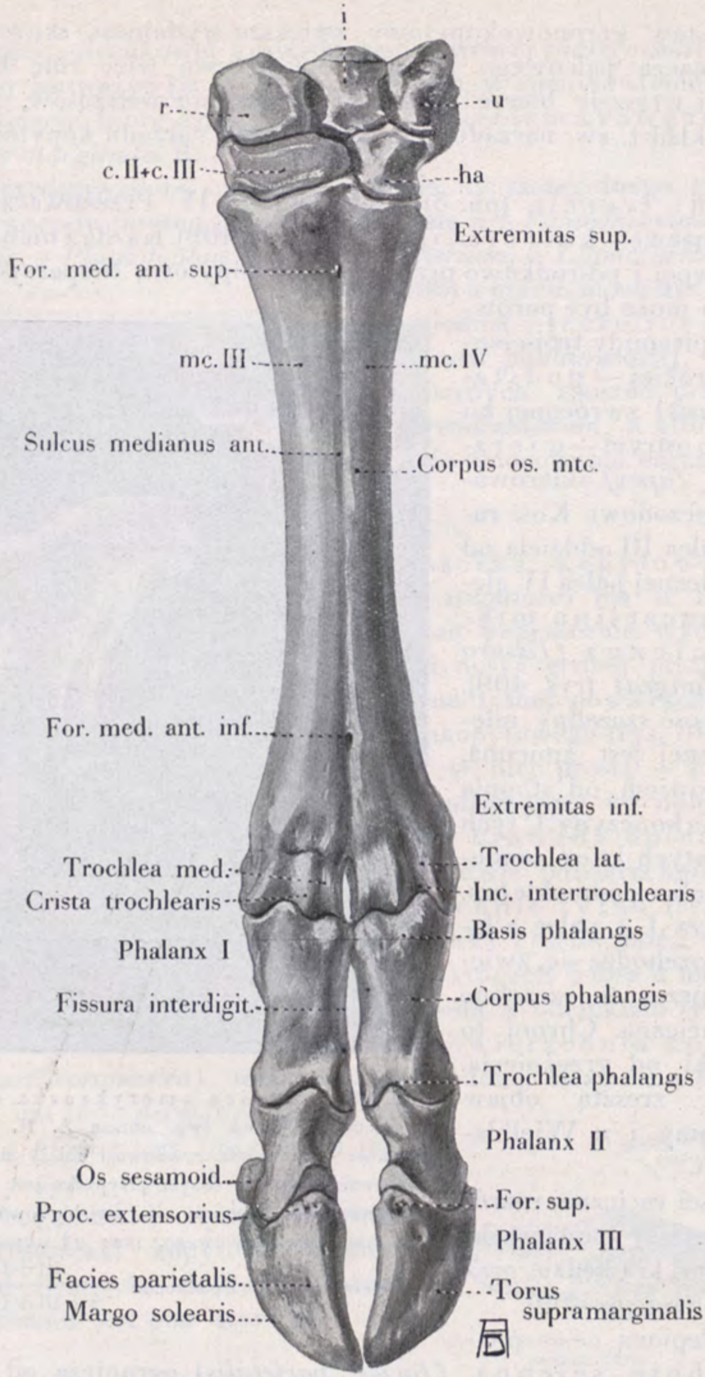


Rys. 408. Kozica amerykańska *(Oreamnos americanus* Blainv.). (wg. obrazu A. R. Dugmore). Możność zachowania równowagi zależy nietylko od upalczenia (które w danym przypadku jest raczej niekorzystne!) ale również od zmysłu równowagi, od przewodnictwa nerwowego, oraz od stopnia napięcia mięśniowego. Upalczenie: $\frac{III + IV + \varepsilon}{\beta + III + IV}$

Szerokość szczeliny międzyracicznej jest zmienna, zależy bowiem od stopnia obciążenia kończyny. U tych Jeleniowatych które zamieszkują okolice podmokłe (np. *Alces alces* L.) palce z łatwością rozchodzą się, zwiększając przez to szczelinę międzyraciczną. Chroni to owe ssaki od grzęźnięcia. Podobny zresztą objaw stwierdzamy i u Wielbłądowatych.

W kości racicznej rozróżniamy cztery powierzchnie, cztery krawędzie oraz wierzchołek (rys. 409).

Wysklepioną — powierzchnię ścienną *(facies parietalis)* ogranicza od przodu, ukośnie ciągnąca się i zwrócona ku szczelinie międzyracicznej, —



Rys. 409. Ręka **krowy**, widziana od przodu.

krawędź przednia *(margo anterior)*, od dołu — krawędź podeszwowa *(margo solearis)* i wreszcie od góry ostra i ku dołowi wygięta — krawędź koronowa *(margo coronalis)*. W miejscu spotkania tej ostatniej z krawędzią przednią wznosi się ku górze szeroki i tępy — wyrostek wyprostny *(proc. extensorius)*, u podnóża którego widnieje niewielki — otwór górny *(for. ungueale sup.)*, zapoczątkowywujący przewód który kieruje się wdół, w miąższ istoty kostnej (rys. 409).

Równolegle do krawędzi podeszwowej powierzchnia ścienna tworzy podłużne, i w liczne otwory zaopatrzone, wzniesienie — wał nadkrawędziowy *(torus supramarginalis* R. P.), ponad którym widnieje znacznie dłuższa a i lepiej wyrażona aniżeli u Koniowatych, — rynienka ścienna *(sulcus parietalis)*. Prowadzi ona do położonego wtyle — otworu kątowego *(for. angulare)*, stanowiącego jedno z wejść do szeroko rozwiniętego układu przewodów naczyniowych drążących wnętrze kości.

Powierzchnia podeszwowa *(facies solearis)* jest lekko wklęsła i ma kształt liścia wierzchołkiem skierowanego ku przodowi. Ograniczają ją: zboku łukowato wygięta — krawędź podeszwowa, a dośrodkowo prosta — krawędź międzykostna *(margo interosseus)*. Na trójkątnej — powierzchni dośrodkowej *(facies medialis)*, stanowiącej jedną z dwu ścian szczeliny międzyracicznej, widnieje u podstawy wyrostka wyprostnego znacznych rozmiarów — otwór podeszwowy *(for. soleare)*, prowadzący do obszernego przewodu, kierującego się ku dołowi, a odpowiadającego przewodowi półksiężycowatemu Nieparzystokopytowców. Powierzchnię dośrodkową oddziela od powierzchni ściennej krawędź przednia, od powierzchni podeszwowej krawędź międzykostna, a od powierzchni stawowej odcinek przyśrodkowy krawędzi koronowej (rys. 380).

Trzy powyżej opisane powierzchnie schodzą się naprzedzie tworząc lekko wyginający się w kierunku szczeliny międzyracicznej, a więc dośrodkowo, — wierzchołek kości racicznej *(apex)*.

Jest on również punktem spotkania krawędzi przedniej, podeszwowej i międzykostnej.

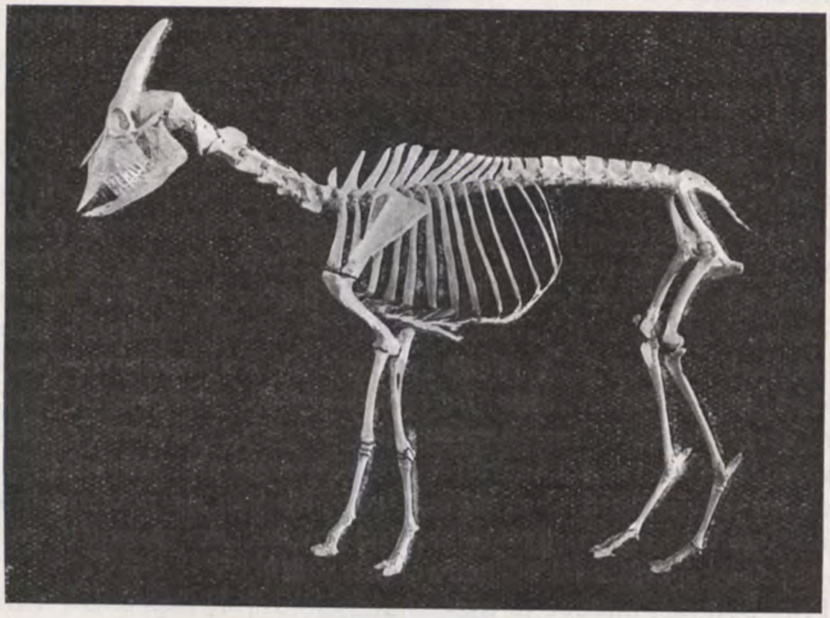
Ostatnią t. j. czwartą powierzchnię kości racicznej stanowi jego — powierzchnia stawowa *(facies articularis)*. Otacza ją ze wszystkich stron ostra — krawędź koronowa *(margo coronalis)*, w której należy rozróżnić: — odcinek boczny, tworzący granicę z powierzchnią ścienną i — odcinek przyśrodkowy, oddzielający powierzchnię stawową od powierzchni dośrodkowej.

Płaski — grzebień kierunkowy *(crista sagittalis)*, ciągnący się

równolegle do odcinka bocznego krawędzi koronowej, dzieli panewkowatą powierzchnię stawową na dwie części, większą boczną i mniejszą przyśrodkową. Są to: — dołek stawowy boczny *(fovea artic. lat.)* i — dołek stawowy przyśrodkowy *(fovea artic. med.)*.

Owalną — powierzchnię trzeszczkową *(facies sesamoidea)* oddziela od powierzchni służącej do połączenia z trzonem drugim palca (ph. 2) ostro zarysowany — grzebień śródstawowy *(crista intraarticularis)*. Była o nim mowa przy opisie kości kopytowej Koniowatych.

Ku tyłowi od powierzchni stawowej, kość raciczna kończy się szerokim i tępym — kątem kości racicznej *(angulus ph. 3)*.



Rys. 410. *Capra dom.* Dwupalcowiec ten, podobnie zresztą jak i inne gatunki, posiada swój własny, odrębny styl ruchów. Byłoby rzeczą niezwykle ciekawą znaleźć ową współzależność morfologiczno-bjomechaniczną, która niewątpliwie istnieje, ale o której prawie nic niewiemy.

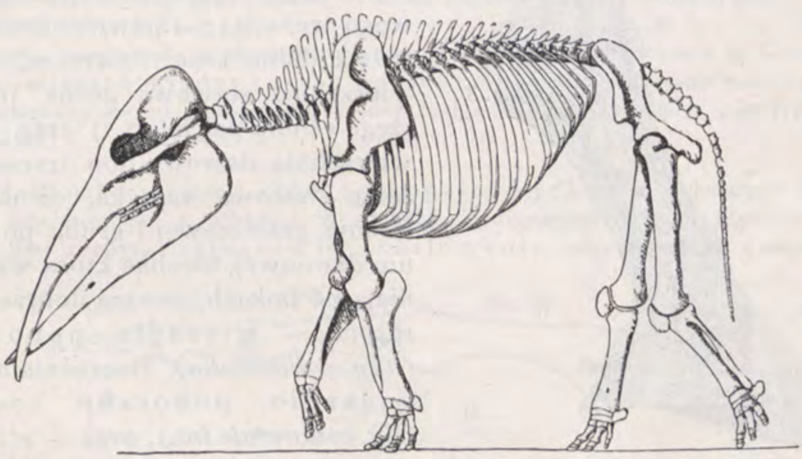
Człony trzecie palców pośrodkowych (III i IV) Świniowatych (ph. 3) posiadają budowę bardzo zbliżoną do ukształtowania kości racicznych Przeżuwaczy, natomiast człony palców II i V mają postać krótkich stożków, wierzchołki których nie przekraczają poziomu końców dolnych pierwszych członów palców pośrodkowych.

Trzeszczki członów trzecich *(ossa sesamoidea ph. 3)* nie po-

siadają cech tej stałości, którą są obdarzone opisane powyżej, trzeszczki śródręcznopalcowe.

U Przeżuwaczy każda z dwóch kości racicznych jest wyposażona w jedną okrągławą trzeszczkę, spoczywającą na odcinku tylnym powierzchni trzeszczkowej kości racicznej (rys. 410).

Dosyć swoiste stosunki w układzie palcowym stwierdzamy u — Słoniowatych (rys. 411). Otóż, wbrew pozorom ociężałe te ssaki cechuje ręka pięciopalczasta typu wyraźnie palcochodnego. Owa palcochodność posiada jednak, tym razem, charakter zamaskowany dzięki



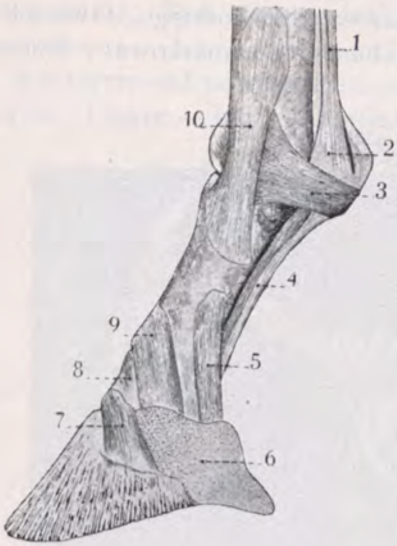
Rys. 411. ✝*Mastodon angustidens* (wg. O. Abel'a). Zwraca uwagę: stosunek nieomal prostolinijny *zonopodium* do *stylopodium*, oraz tego ostatniego do *zeugopodium*, stan rozwoju obu kości podramienia oraz palców rąk i stóp. Łatwo dalej stwierdzić że, pomimo pozorów, Słoniowate są ssakami wybitnie palcochodnemi.

obecności silnie rozwiniętej, sprężystej, — poduszeczki palcowej podpierającej od dołu palce i znacznie rozszerzającej powierzchnię oparcia kończyny. Prawdopodobnie naskutek tak wielkiego ciśnienia, wywieranego przez wagę ciała, człony trzecie palców są mocno uwstecznione.

Zupełnie odrębne stanowisko zajmuje budowa ręki u — Rękoskrzydłych (rys. 388). Jak wiadomo, jest ona uwięziona w obszernym fałdzie skórnym zwanym — *chiropatagium*, stanowiącym nic innego jek, nieuległe prawidłowemu uwstecznieniu, błony międzypalcowe! Nic przeto dziwnego że wcięcia międzypalcowe są nieomal niedostrzegalne. Rusztowanie, na którem jest rozpięta błona lotna, jest utworzone u *Microchiroptera* przez niepomiernie wydłużone kości śródręcza a u *Megachiroptera* przez podobnie wydłużone człony palców.

Należy dodać że zarówno u jednych jak i u drugich palec I nie ulega przerostowi.

Stawy śródręcznopalcowe *(artt. metacarpophalangeae)* należą u wszystkich ssaków do stawów jamowych — typu zawiasowego *(ginglymus)*. Jest rzeczą zrozumiałą samą przez się, że ilość tych stawów jest w ścisłym związku z liczbą występujących palców (rys. 412).



Rys. 412. Układ więzadłowy śródręcznopalcowy i międzypalcowy konia, widziany zboku.

1 — *m. interosseus med.*; 2 — *sesamoideum metacarpophalangeum*; 3 — *lig. sesamoideum lat.*; 4 — *lig. sesamoideum rectum*; 5 — *lig. phalango-cartilagineum*; 6 — *cartilago ungulae*; 7 — *lig. collat. lat. ph. 3*; 8 — *phalanx secunda*; 9 — *lig. collat. lat ph. 2*; 10 — *lig. collat. lat. ph. 1.*

W skład stawu śródręcznopalcowego wchodzą: — powierzchnia stawowa dolna kości śródręcza, — powierzchnia stawowa górna pierwszego członu palca (ph. I) oraz -- powierzchnie stawowe obu trzeszczek. Jamę stawową zamyka, cienka po stronie grzbietowej i gruba po stronie dłoniowej, torebka którą wzmacniają po bokach, zawsze dobrze wyrażone, — więzadła poboczne *(ligg. collateralia)*. Rozróżniamy: — więzadło poboczne boczne *(lig. collaterale lat.)*, oraz — więzadło poboczne przyśrodkowe *(lig. collaterale med.)*. Każde z nich rozpoczyna się w odpowiednim dołku więzadłowym nasady dolnej kości śródręcza, poczem ciągnie się wdół kończąc się w dołku więzadłowym końca górnego pierwszego członu (ph. I) palca.

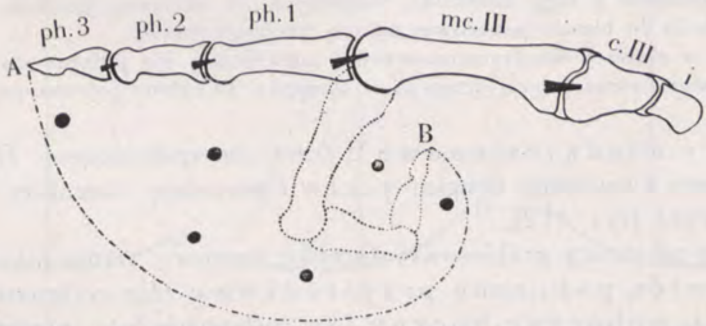
Względną równowagę położenia trzeszczek zapewnia mocny układ więzadłowy, z jednej strony wiążący je między sobą, a z drugiej umocowywujący je do pierwszego członu palca.

U *Equidae* ów układ więzadłowy składa się z następujących jednostek: 1) — więz. międzytrzeszczkowe *(lig. intersesamoideum)* ma kształt szerokiego i spoistego pasma, łączącego krawędzie przyśrodkowe obu trzeszczek. Powierzchnia dłoniowa albo tylna więzadła jest rynienkowato wyżłobiona, tworząc rodzaj korytka, w którem spoczywają ścięgna mięśni zginaczy. 2) — Więz. trzeszczkowe poboczne boczne *(lig. sesamoideum collaterale lat.)* i —

więz. trzeszczkowe poboczne przyśrodkowe *(lig. sesamoideum collaterale med.)* ciągną się od krawędzi bocznych trzeszczek ku przodowi, poczem każde z nich dzieli się na dwa ramiona, z których jedno kończy się na nasadzie dolnej kości śródręcza, a drugie na końcu górnym pierwszego członu palca. 3) — Więzadła trzeszczkowe krzyżowe *(ligg. sesamoidea cruciata)* mają kształt cienkich pasem ciągnących od krawędzi dolnych trzeszczek ku stronie przeciwnej końca górnego pierwszego członu palca. 4) — Więz. trzeszczkowe proste *(lig. sesamoideum rectum)* rozpoczyna się na krawędziach dolnych obu trzeszczek, pokrywając sobą więzadło poprzednie, poczem zmierza wdół kończąc się na powierzchni tylnej trzonu członu 1. 5) — Więzadła trzeszczkowe skośne *(ligg. sesamoidea obliqua)*, mają postać zwężających się ku dołowi tasiem rozpostartych między krawędziami dolnemi trzeszczek i pow. tylną trzonu członu pierwszego (rys. 412).

Bardzo ważną rolę w stosunku do trzeszczek pełni uwsteczniony u Koniowatych — mięsień międzykostny pośrodkowy *(m. interosseus medius)* (rys. 387) ciągnący się od powierzchni tylnej nadgarstka do krawędzi górnych obu trzeszczek.

Mechanika stawów śródręcznopalcowych. Jak w każdym ze stawów zawiasowych, a przeto i w stawach śródręcznopalcowych, możliwemi są tylko dwa ruchy: — zginanie i — prostowanie, odbywające się dookoła osi



Rys. 413. Wykres ruchu zginaczowego III palca (A–B) człowieka przy jednoczesnej czynności stawów międzyczłonowych i stawu śródręczno-palcowego. Czarnemi kropkami oznaczono ciało, znajdujące się w zasięgu ruchu palca. Jak widać, zgięcie palca złożone (trójstawowe!) powoduje ruch końca palca (A, B) o postaci spiralnej. Porównać wykres niniejszy z postacią ruchu palca u Koniowatych (rys. 367, 369).

ciągnącej się poprzecznie poprzez nasadę dolną kości śródręcza [1]). Ruchy boczne są hamowane przez silne więzadła poboczne.

U Koniowatych, o wybitnie spolaryzowanych stawach, niezwykle ważną rolę w dynamice omawianego stawu pełni samo ukształtowanie powierzchni stawowych, wypowiadające się obecnością — grzebienia kierunkowego *(crista sagittalis)*, na kości śródręcza i — rowka kierunkowego *(sulcus sagittalis)* na członie pierwszym palca.

---

[1]) W typie ręki chwytnej do ruchów zginania-prostowania dołączają się ponadto ruchy odwodzenia-przywodzenia, zakres których jest jednak niewielki.

Stawy międzyczłonowe palców pierwsze *(artt. interphalangeae I)* łączą człony pierwsze z członami drugiemi palców i należą wszystkie do typu stawów zawiasowych (rys. 412).

W skład stawu wchodzi powierzchnia stawowa dolna członu pierwszego i powierzchnia stawowa górna członu drugiego oraz torebka stawowa, wzmocniona po bokach — więzadłami pobocznemi *(ligg. collateralia)*. Rozróżniamy: — więzadło poboczne przyśrodkowe *(lig. collaterale med.)* i — więzadło poboczne boczne *(lig. collaterale lat.)*. Obydwa więzadła mają kształt wąskich lecz mocnych pasemek ciągnących się od dołka więzadłowego członu I do takiegoż dołka 2 członu palca.

U Koniowatych ścianę tylną torebki wzmacniają — więzadła międzyczłonowe dłoniowe *(ligg. interphalangea volaria)*, zdążające od końca dolnego kości pęcinowej do końca górnego kości koronowej. Znacznie większą od więzadeł posiadają rolę ścięgna mięśni prostowników i mięśni zginaczy, nawiązujących ścisłą łączność ze stosunkowo wątłemi ścianami torebki.

U Mięsożernych położenie wyprostne trzeciego członu jest spowodowane parą więzadeł sprężystych zwanych — więzadłami podwieszającemi *(ligg. suspensoria s. ligg. dorsalia)*, ciągnących się od końca górnego drugiego członu (ph. 2) do blaszki pazurowej członu trzeciego (ph. 3).

Ruchy w stawach międzyczłonowych 1 ograniczają się jedynie do ruchów: zginania-prostowania członu drugiego w stosunku do członu pierwszego.

Stawy międzyczłonowe II *(artt. interphalangeae II)* wiążą człon trzeci z członem drugim palców i posiadają charakter stawów zawiasowych (rys. 412).

Cienką od strony grzbietowej torebkę stawową wzmacniają po bokach: — więz. poboczne przyśrodkowe *(lig. collaterale med.)* i — więz. poboczne boczne *(lig. collaterale lat.)*, przymocowujące się w dołkach więzadłowych drugiego i trzeciego członów.

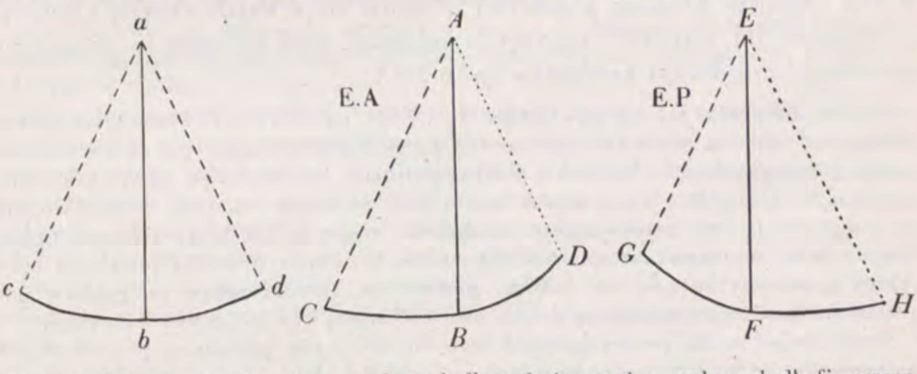
U Kopytnych w skład stawów międzyczłonowych II wchodzi ponadto pojedyńcza trzeszczka kopytowa, mająca między innemi za zadanie powiększenie powierzchni stawowej kości kopytowej. Trzeszczka kopytowa jest przytwierdzona do kości kopytowej (ph. 3) za pośrednictwem szerokiego — więz. trzeszczkowokopytowego *(lig. sesamophalangeum)* do kości koronowej (ph. 2) a do kości pęcinowej (ph. 1) przy pomocy wydłużonych — więzadeł trzeszczkowych pobocznych *(lig. sesamoidea collateralia)* (rys. 412).

Mechanika stawów międzyczłonowych II. W stawach międzyczłonowych II jako w stawach zawiasowych albo jednoosiowych mogą się odbywać tylko ruchy zginania-prostowania członu trzeciego w stosunku do członu drugiego. W kończynie typu chwytnego zakres tych ruchów jest dość obszerny (ca. 45^0) natomiast w kończynie nośnej Kopytnych ograniczają je liczne więzadła przydzielone do narządu kopytowego.

U Parzystokopytowców nader ważną rolę odgrywają więzadła mające za zadanie zapobieżenie nadmiernemu rozejściu się obu palców w czasie następywania. Zpośród owych więzadeł rozróżnimy następujące:

1) Więz. śródręcznopalcowe *(lig. metacarpo-interdigitale)* rozpoczyna się w szczelinie międzykłykciowej kości śródręcza III i IV poczem zmierza wdół, dzieląc się na dwa ramiona kończące się, wachlarzowato rozproszonemi włóknami, na powierzchniach dośrodkowych końców górnych pierwszych członów palców III i IV. 2) Więz. międzypalcowe poprzeczne *(lig. interdigitale transversum)* ma kształt krótkiego lecz szerokiego i mocnego pasma rozpostartego między powierzchniami przyśrodkowemi trzonów pierwszych członów palców pośrodkowych. 3) Więz. międzypalcowe krzyżowe *(lig. interdigitale cruciatum)* występuje pod postacią dwóch pęczków wzajemnie krzyżujących się w przestrzeni międzypalcowej *(spatium interdigitale)*. Każdy z owych pęczków ciągnie się od końca górnego członu drugiego (ph. 2) jednego palca do końca dolnego również członu drugiego ale sąsiadującego palca.

Ruchy wahadłowe kończyn. A więc ruchy, o których były tak częste wzmianki w tekście... Otóż, jak łatwo się domyśleć pod nazwą ruchów wahadłowych rozumiemy ruchy, odbywające się w pła-



Rys. 414. Schematy, przedstawiające ruchy wahadłowe kończyn: ab — ruchy wahadła fizycznego; CD — ruchy wahadła kończynowego przedniego; GH — ruchy wahadła kończynowego tylnego; ac, AC, EG — położenie przednie; ad, AD, EH — położenie tylne. Jak widać, kończyna przednia (EA) ulega wydłużeniu podczas ruchu ku przodowi i skróceniu wczasie ruchu ku tyłowi (AC $>$ AD). Wręcz odwrotnie sprawa się przedstawia podczas ruchu wahadłowego kończyny tylnej (EG $<$ EH).

szczyznach strzałkowych i są ruchami, które dominują w kończynach spolaryzowanych. Mam tutaj, oczywiście na myśli kończyny przedewszystkiem Kopytnych a w mniejszym stopniu i wielu innych rzędów ssaków naziemnych.

Otóż w nazwie — ruchy wahadłowe kryję się błąd, na który chcę tutaj zwrócić szczególną uwagę. Nie chodzi więc tutaj o takie ruchy, jakie wykonałoby wahadło fizyczne (rys. 414cd), lecz o ruchy które są właściwe kończynom ssaków. Kończynom mogącym się wydłużać

i skracać... Oczywiście że mechanizm owych wydłużeń i skróceń musi być odmienny w kończynach przednich (rys. 414EA) i w kończynach tylnych (rys. 3—EP).

W samej rzeczy, jak widać, kończyna przednia ulega wydłużeniu wczasie wysuwania się ku przodowi (długość jej = A C), natomiast w fazie cofania się ulega skróceniu (długość tym razem = A D). Naskutek powyższego krzywa którą zatacza koniec kończyny (krzywa C D) nie jest odcinkiem koła, jak ma to miejsce w przypadku wahadła krzywego (krzywa c d). Wytłumaczenie istoty tego stanu rzeczy, spowodowanego — długością sprężystą (R. P.) kończyny, znajdzie Czytelnik w następnym rozdziale.

Układ stosunków w kończynie tylnej (rys. 414E P) jest wręcz odmienny. Istotnie, tym razem kończyna ulega skróceniu przy posuwaniu się ku przodowi (E G) i wydłużeniu w fazie cofania się.

Z powyższego wynika wystarczająco jasno że pojęcie »długości kończyny« jest pojęciem raczej oderwanem, albowiem w czasie wykonywania ruchów długość kończyny zmienia się z każdą chwilę i zależy, oczywiście, od wartości kątowych załamań, pod któremi są połączone poszczególne odcinki kończyny (p. niżej!).

Rzut oka na mechanikę kończyny przedniej. Pierwszym szczegółem, nad którym nie wolno przejść do porządku dziennego, jest brak umocowania kostnego obręczy barkowej do kręgosłupa. Już to jedno stawia kończynę przednią w szczególnie korzystnych warunkach swobody ruchów, w porównaniu do kończyny tylnej, której obręcz miedniczna wiąże ją tak ściśle z kręgosłupem. Tem należy wytłumaczyć, iż choć tak często kończyna przednia przybiera charakter kończyny nośnej, to jednak, pierwotnie, szeroki zakres jej ruchów pozwalał na bardzo urozmaiconą działalność cechującą typ kończyny chwytnej.

Zestawiając ruchy poszczególnych stawów kończyny przedniej, przychodzimy do wniosku, że zasadniczo najbardziej swobodnym jest — staw barkowy, on jeden tylko bowiem posiada budowę stawu kulistego obdarzonego, jak wiadomo, 3^0 ruchomości (zginanie-prostowanie; przywodzenie-odwodzenie; ruch obrotowy). Tak się sprawa przedstawia w typie kończyny chwytnej, w kończynie bowiem podporowonośnej naskutek ograniczenia ruchu obrotowego i ruchów przywodząco-odwodzących, w praktyce staw barkowy przybiera charakter stawu bloczkowego, a więc stawu jednoosiowego.

Zupełnie analogiczne stosunki obserwujemy w stawie nadgarstkowośródręcznym I palca, który u ssaków o kończynach chwytnych posiada budowę stawu siodełkowatego, natomiast w typie kończyn nośnych traci on na znaczeniu naskutek uwstecznienia I palca. Nieinaczej jest i ze stawami promieniowo-łokciowemi, stopień rozwoju, których jest w stosunku prostym do stopnia zachowania ruchów chwytnych.

W typie kończyn nośnych sprawność wspomnianych stawów zostaje mocno ograniczona (Mięsożerne) wzgl. sprowadza się do zera, co ma miejsce np. u Kopytnych. Analizując układ stosunków u tych ostatnich, stwierdzamy, że posiadają one budowę stawów dostosowaną, przedewszystkiem, do ruchów odbywają-

cych się w płaszczyznach strzałkowych. Wszelkie inne ruchy możliwe są tylko w stopniu zaczątkowym. Tego rodzaju przystosowanie nazywamy — polaryzacją stawów.

Pod nazwą — «kończyna nośna» rozumieliśmy dotychczas typ kończyny przedniej, służącej, przedewszystkiem, do podtrzymywania ciężaru dogłowowego odcinka tułowia. Nie wyczerpuje to jednak jej zadań, albowiem pozatem stanowi ona narząd ruchu pociągający ciężar ciała ku przodowi a ponadto, w potrzebie, hamuje ruch postępowy ssaka i umożliwia ruch wsteczny (swoista budowa kończyn tylnych zupełnie się do tego celu nie nadaje!). Przez gwałtowny nacisk na podłoże służy do uniesienia przedniego odcinka tułowia, co ma miejsce przy skokach i wspinaniu się na nierówności terenu lub na pnie drzew i wreszcie jest kończyną na którą dokonywa się opad ciała przy skokach.

Sprawę znaczenia — «kończyny chwytnej» oraz innych typów pomijam zupełnie, rozszerzałoby to bowiem zbytnio ramy podręcznika.

Analiza dynamiki kończyny przedniej. Analiza ruchów stanowi, niewątpliwie, jeden z najtrudniejszych, najzawilszych i najbardziej zaniedbanych działów anatomji. Wiele jest jeszcze w tej sprawie punktów niejasnych lub wręcz ciemnych, których nie zdołały rozjaśnić nawet nowoczesne metody badań opartych na badaniach taśm kinematograficznych.

Niewątpliwie, że wina leży przedewszystkiem w stosunkowo małem zainteresowaniu tym przedmiotem oraz w braku przyzwyczajenia obserwowania ssaków, będących w ruchu.

Wnikając w istotę budowy kończyn w stanie spoczynku nietrudno dojść do uproszczonego wniosku, że zasadniczo przedstawiają one układ szeregu jednostek kostnych, mniej lub bardziej, wydłużonych, a z których większość jest powiązana wzajemnie pod najróżnorodniejszemi — kątami ustawienia.

A więc, jeżeli weźmiemy za przykład stosunki zachodzące u Koniowatych to zobaczymy (rys. 415), że kąt nachylenia kości ramiennej w stosunku do długiej osi łopatki wynosi przeciętnie — 120°, że oś podramienia tworzy z długą osią kości ramiennej kąt równy — 150° i że wreszcie palec jest nachylony w stosunku do III kości śródręcza pod kątem 135°—150°. Należy zaznaczyć, że nadgarstek wraz z III kością śródręcza leżą w przedłużeniu długiej osi podramienia (kąt = 180°).

Do dalszych rozważań wygodnem jest oznaczenie poszczególnych kątów umówionemi znakami symbolicznemi, co uczynimy nazywając kątem α — kąt łopatkowo-ramienny (rys 415), kątem β — kąt ramiennopodramienny, kątem γ — kąt zawarty między podramieniem i nadgarstkiem wraz z III kością śródręcza i wreszcie kąt δ odpowiada nachyleniu całego palca w stosunku śródręcza.

Powyższe dane przedstawimy pod postacią następującego zestawienia:

kąt		wartość jego	kierunek
α	=	120°	otwarty ku tyłowi
β	=	150°	„ „ przodowi
γ	=	180°	„ „ tyłowi
δ	=	150°	„ „ przodowi.

U innych ssaków stosunki przedstawiają się zupełnie podobnie z tem jednak, że owe — »kąty ustawienia« mogą mieć wartości bardzo różne. Wszak, wy-

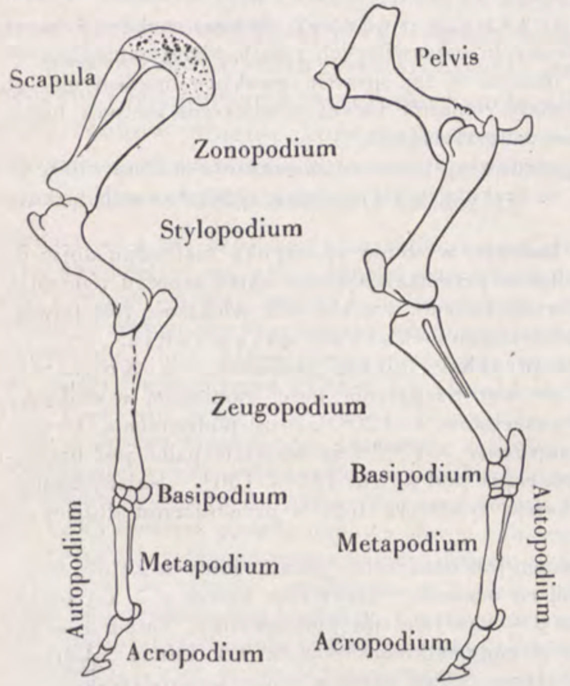
starczy porównać słupowato ukształtowane kończyny słonia (rys. 411) z wielokrotnie powyginanemi kończynami królika! (rys. 276). Wartość owych kątów posiada, oczywiście, znaczenie bardzo konkretne jeżeli chodzi o mechaniczną sprawność kończyn dla tych lub innych ruchów.

Idąc dalej możemy stwierdzić, że z syntetycznego punktu widzenia, kończyny (zarówno przednie jak i tylne) stanowią:

1) rodzaj belki kostnej wielokrotnie przełamanej;

2) że poszczególne jej odcinki nie są umieszczone we wzajemnem przedłużeniu lecz zestawiają się pod najróżnorodniejszemi kątami, otwartemi ku przodowi, wzgl. ku tyłowi;

3) że połączenia stawowe między poszczególnemi odcinkami umożliwiają zmianę wartości owych kątów ustawienia, przyczem zwiększeniu wartości kątów odpowiada — stan wydłużenia całej kończyny, zmniejszeniu zaś ich — stan skrócenia (rys. 415).



Rys. 415. Kąty ustawienia odcinków kończynowych u Koniowatych.

Biorąc powyższe pod uwagę zauważymy, że choć kończyna w stanie spoczynku posiada pewną stałą, ściśle określoną, długość to jednak potencjalnie ukrywają się w niej dwie zgoła odmienne możliwości: możność — wydłużania się i — skracania. Innemi słowy, to co nazywamy — długością spoczynkową kończyny stanowi tylko — granicę między dwoma możliwemi stanami krańcowemi: — stanem przykrócenia i — stanem wydłużenia. Długość więc kończyny stanowi wartość plastyczną, która umożliwia jej pełnienie czynności przenosinowych, co byłoby prawieże nie do pomyślenia, gdyby kończyna miała budowę belki sztywnej i o długości nie mogącej ulegać zmianom. I nie byłoby przesadą gdybyśmy powiedzieli, że kilkakrotne przełamanie belki kończynowej stanowi, pewnego rodzaju, namiastkę, wyrównywającą braki jej sprężystości materjałowej!

Stan przykrócenia kończyny, t. j. stan, w którym długość jej uległa zmniejszeniu w stosunku do długości spoczynkowej nazwiemy — zwinięciem, stan zaś wydłużenia określać będziemy mianem — rozwinięcia, a wobec tego

wydłużenie = rozwinięcie = zwiększenie kątów ustawienia
skrócenie = zwinięcie = zmniejszenie „ „

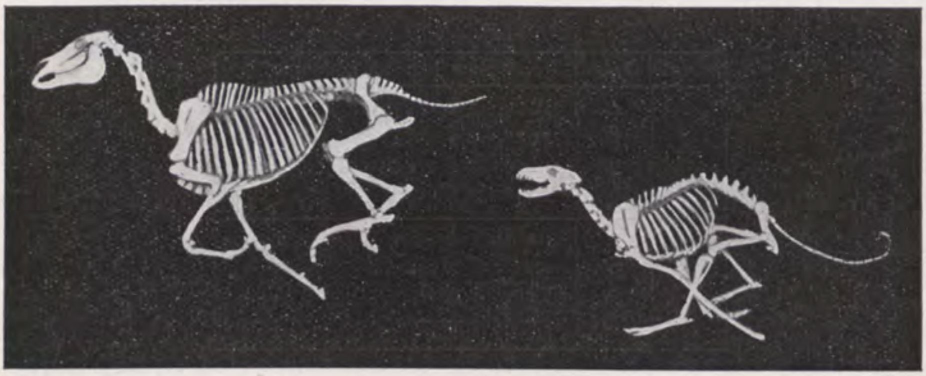
Na tem nie koniec! Bliższa analiza mechaniki kończyn wykazuje, że w działalności ich (poza stanem spoczynku!) dają się rozróżnić dwie zasadnicze fazy czynnościowe: 1) — faza wysunięcia kiedy koniec dolny, wolny, kończyny przesuwa się ku przodowi oraz 2) — fazę cofnięcia kiedy tenże sam punkt wolny przesuwa się ku tyłowi (rys. 319).

Należy zauważyć, że faza wysunięcia dotyczy jedynie końca wolnego kończyny nie wpływa zatem zupełnie na położenie tułowia albo ściślej biorąc na przesunięcie środka ciężkości całego ciała.

I otóż, śledząc zachowanie się kończyny przedniej w fazie wysunięcia stwierdzamy, że towarzyszy temu nieomal zawsze — rozwinięcie, fazie zaś cofnięcia zwykło towarzyszyć — zwinięcie. Nie wynika z tego, bynajmniej, by pojęcia te miały być równoznaczne, albowiem można sobie łatwo wyobrazić ruch wysunięcia z równoczesnem zwinięciem i odwrotnie, pragnę tutaj tylko podkreślić, że jednak w warunkach zwykłych (chód, bieg) obydwie kategorje ruchów zachodzą synchronicznie według poniższego zestawienia:

wysunięcie — rozwinięcie
cofnięcie — zwinięcie

Ruch wysunięcia kończyny bez jednoczesnego rozwinięcia może mieć miejsce naskutek: 1) zmniejszenia kąta — β; 2) obrotu łopatki wraz z całą kończyną



Rys. 416. Odtworzenie położenia poszczególnych składników kośćca konia i charta w czasie biegu.
Zwrócić szczególną uwagę: na silne wygięcie grzbietu u charta, na położenie ogona, na stosunek kończyn przednich do tylnych (u charta!), na kąty ustawiania poszczególnych składników kostnych w zależności od fazy ruchowej danej kończyny.

dookoła — punktu łopatkowego, znajdującego się w szyjce łopatkowej. Ów punkt nie jest, oczywiście, niczem innem jak osią mechaniczną, dookoła której mogą się odbywać ruchy łopatki.

W warunkach zwykłych fazie wysunięcia towarzyszy zawsze obrót całej kończyny dookoła punktu łopatkowego ku przodowi, fazie zaś cofnięcia towarzyszy takiże sam obrót kończyny lecz w kierunku tylnym. Łatwo to sprawdzić obserwując charakterystyczne ruchy łopatki podczas chodu jakiegokolwiek ssaka czworonożnego.

Celem zapobieżenia możliwym nieporozumieniom jestem zmuszony wprowadzić niestety jeszcze jedno określenie. Mam na myśli określenie — pracy kończyn. Otóż, pod tem pojęciem należy rozumieć jedynie tę pracę kończyn, która wpływa na przesunięcie środka ciężkości nietylko samej kończyny ale przedewszystkiem środka ciężkości całego ciała. Badania porównawcze nad czynnością obu faz kończyn wykazały, że podczas gdy —

kończyny przednie «pracują» głównie przez zwijanie,
kończyny tylne «pracują» przez rozwijanie.

Innemi słowy, jeżeli chodzi o kończynę przednią, to rozwinięcie jej jest tylko etapem przygotowawczym do właściwej pracy kończynowej polegającej na zahaczeniu się końcem wolnym o podłoże i na zwinięciu się, przez co zostaje pociągnięty ku przodowi tułów wraz ze swym środkiem ciężkości. W kończynie tylnej sprawa przedstawia się odmiennie ale o tem będzie mowa później. Tak wielka różnica między działalnością kończyn przednich i tylnych tłumaczy się, przedewszystkiem, odmiennym kierunkiem ustawienia łokcia i kolana o czem już była mowa.

Zarówno na zespół ruchowy: rozwijanie — zwijanie jak i na wysunięcie — cofnięcie roztrzygający wpływ wywiera wartość kątów ustawienia. Owe funkcje kątów przedstawimy w poniższej tabelce, przyczem znak + oznaczać będzie zwiększenie odpowiedniego kąta, znak zaś — oznacza zmniejszenie od wartości jego w stanie spoczynku:

wartość	kąta	wpływ jego na kończynę
+	α	rozwija i wysuwa kończynę
	β	rozwija i cofa „
	γ	rozwija i wysuwa „
	δ	rozwija i cofa „
—	α	zwija i cofa kończynę
	β	zwija i wysuwa „
	γ	zwija i cofa „
	δ	zwija i wysuwa „

Już pobieżny rzut oka na powyższe zestawienie wystarczy by się przekonać, że kąty umieszczone naprzedzie (β i δ) mają bardzo zbliżony wpływ na ruch kończyny. To samo da się powiedzieć jeżeli chodzi o kąty umieszczone wtyle (α i γ).

Rola kątów ustawienia stanie się nam jeszcze zrozumialsza skoro uświadomimy sobie fakt niezmiernej doniosłości że czynność kończyn, gdy się ją ujmie pod postacią najbardziej uproszczoną, sprowadza się zasadniczo do naprzemiennego zwijania i rozwijania swych długości w stosunku do długości podstawowej, jaką stwierdzamy w stanie spoczynku! Widzimy więc, że stosunek wzajemny poszczególnych odcinków kończyn, zarówno jeżeli chodzi o ich długość jak i o kąty ustawienia, nie jest czemś przypadkowem lecz pociąga za sobą bardzo poważne skutki czynnościowe.

Tak uzbrojeni w zasadnicze pojęcia bjomechaniki kończynowej przystąpimy obecnie do elementarnej analizy dwóch podstawowych faz czynnościowych kończyny przedniej.

F a z a I czyli — f a z a w y s u n i ę c i a k o ń c z y n y polega na przeniesieniu środka ciężkości całej kończyny jak i jej punktu wolnego ku p r z o d o w i.

W fazie tej rozstrzygającą rolę odgrywa staw barkowy, w którym główka kości ramiennej wykonywa obrót skłaniający przeniesienie stawu łokciowego ku przodowi przezco kąt — α ulega znacznemu powiększeniu. Ośrodek ruchu znajduje się w główce kości ramiennej. W czasie obrotu łopatka nie pozostaje bez ruchu. Przeciwnie podlega ona lekkiemu obrotowi dookoła punktu łopatkowego, naskutek którego jej panewka wysuwa się nieco ku przodowi. W ruchu tym zespół kostny: ł o p a t k a — k. r a m i e n n a zachowuje się jako niepodzielna całość, nakształt dwóch listewek końcami swemi wzajemnie przymocowanych pod kątem mniejszym od kąta prostego. Jak to łatwo sprawdzić na modelu, poruszenie jednego końca wolnego owego zespołu listewek w jednym kierunku powoduje ruch w kierunku przeciwnym drugiego końca wolnego.

Powiększenie kąta — α jak już wiemy, powoduje rozwinięcie całej kończyny oraz jej wysunięcie co, oczywiście, nie pozostaje bez wpływu na długość kroku.

Umieszczenie ośrodka ruchu w obrębie stawu barkowego tłumaczy się, prawdopodobnie, tem, że ze wszystkich stawów kończyny przedniej jest on rodowo najstarszy a więc najbardziej odpowiedni do objęcia tak ważnych zadań.

Lecz i w pozostałych stawach zachodzą pewne zmiany polegające na lekkiem zmniejszeniu ich wartości. Zmniejszenie kątów β, γ i δ ma za zadanie regulację wyrównawczą długości całej kończyny a to celem zapobieżenia ewentualnemu potknięciu się (przez zawadzenie punktem wolnym kończyny o podłoże!).

Wnikając w istotę pewnych rozbieżności czynnościowych między poszczególnemi stawami przychodzimy do wniosku, że w pozornie tak prostym ruchu jak faza wysunięcia kończyny bierze udział cały jej łańcuch stawowy $\alpha — \beta — \gamma — \delta$, normujący zarówno długość całej kończyny jak i długość kroku.

Jeżeli chodzi o wartość długości kroku to należy zauważyć, że wpływają na nią nietylko wielkości poszczególnych kątów ustawienia ale i długość całej kończyny.

F a z a II czyli — f a z a c o f n i ę c i a k o ń c z y n y jest fazą czynną, w której długość całej kończyny ulega wydatnemu skróceniu. Fazę cofnięcia charakteryzuje, przedewszystkiem, przeniesienie się ośrodka ruchu w obręb bloczka kości ramiennej. Kość ramienna, jako całość, wykonywa obrót dookoła osi przebijającej poprzecznie jej bloczek, naskutek którego to obrotu, zarówno kąt — α jak i kąt — β ulegają znacznemu zmniejszeniu, powodując przesunięcie punktu główki k. ramiennej a wraz z nim łopatki i całego tułowia ku przodowi. Jednocześnie łopatka obraca się dookoła punktu szyjkowego, kierując swą panewkę ku tyłowi a koniec górny ku przodowi.

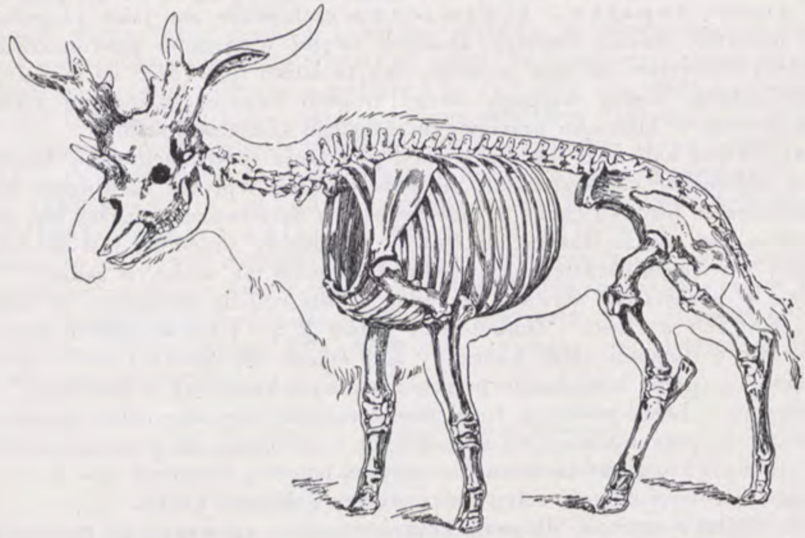
Ze względu na to, że i pozostałe kąty a więc kąty — γ i — δ ulegają również zmniejszeniu a przeto kończyna w fazie cofnięcia przedstawia obraz wybitnego zwinięcia.

b) KOŃCZYNY TYLNE.

Jak głęboki i wielostronny przewrót w ukształtowaniu całego ciała, a przedewszystkiem w budowie kończyn, spowodowała przełomowa chwila opuszczenia środowiska wodnego i »zanurzenie się« w środo-

wisko gazowe, była już o tem niejednokrotnie mowa. Byłby więc zbędny nawrót do tej sprawy, gdyby nie pewien swoisty układ stosunków, który właśnie kończynie tylnej powierzył główne zadanie wyparcia, a nieco później i całkowitego przejęcia roli przenosinowej.

W ten sposób z krótkiej, zwartej, blaszkowatej, płetwy powstał twór wydłużony, rozczłonkowany na szereg ogniw ruchomo ze sobą połą-



Rys. 417. ✝*Sivatherium giganteum* Falconer-Cautley (p. tom I, str. 72) (wg. J. Murie). Ogólnym pokrojem ciała ✝*Sivatherium* przypomina raczej łosia choć w rzeczywistości jest przedstawicielem Żyrafowatych (*Vellericornia*). Na szczególną uwagę zasługuje: postać narostków, wydłużenie tułowia osadzonego na stosunkowo niskich, dwupalczastych kończynach, stosunek kości biodrowej (*ilium*) do k. krzyżowej, wydłużenie guza kulszowego (*tuber ischiadicum*) i guza piętowego (*tuber calcanei*) kości piętowej i t. d.

czonych, na końcu swym wolnym wystrzępiony wcięciami wydobywającemi na jaw z objęć błony skórnej pięć wyosobnionych palców, zdolnych do haczykowatego wczepiania się w podłoże! A więc, twór zasadniczo bardzo podobny do kończyny przedniej, według tego samego planu zbudowany lecz którego oparcie, mam na myśli obręcz kończynową, stanęło w obliczu naglącej konieczności nawiązania ścisłej spójni z kręgosłupem, za pośrednictwem którego mógłby być wykonywany, w możliwie najkorzystniejszych warunkach, napęd na całe cialo. Jest więc w tem coś nowego czemu warto przyjrzeć się choć z oddala!

Jeżeli analizę stosunków rozpoczniemy od ryb to okaże się, że ich obręcz miedniczna składa się z dwóch (prawej i lewej) niewielkich

blaszek, często zrastających się ze sobą po stronie brzusznej tułowia, w jedną nieparzystą, poziomo ustawioną, płytkę. Każda z owych blaszek służy za oparcie dla kośćca odcinka wolnego płetwy brzusznej *(pterygium abdominale)*, znaczenie której sprowadza się li tylko do roli sterowniczej. Narządem, który wprawia w ruch postępowy całe ciało jest silna i ściśle związana z kręgosłupem płetwa ogonowa *(pterygium caudale)* oraz tułów (rys. 263). Znikomo małe parcie wody na powierzchnię płetwy brzusznej tłumaczy nam, że obręcz miedniczna nie potrzebuje szukać oparcia na kręgosłupie lecz spoczywa swobodnie wśród mas mięsnych tułowia. Nie jest to więc, w ścisłem tego słowa znaczeniu, »obręcz« lecz raczej »łuk«, zachowujący się podobnie jak obręcz barkowa u ssaków. Zdecydowane u Lądowców przejęcie przez kończyny tylne roli przenosinowej ogona i tułowia Wodowców daje się wytłumaczyć znacznem zwiększeniem oporu jaki przedstawia podłoże lądowe, w porównaniu do środowiska wodnego, przezco płaszczyzna »natarcia« narządu ruchowego mogła ulec wydatnemu zmniejszeniu. Na tem nie koniec!

Otóż, jeżeli za punkt orjentacyjny przy analizie budowy obręczy miednicznej przyjąć miejsce połączenia jej z odcinkiem wolnym kończyny, miejsce, które nosi nazwę -- p a n e w k i m i e d n i c z-



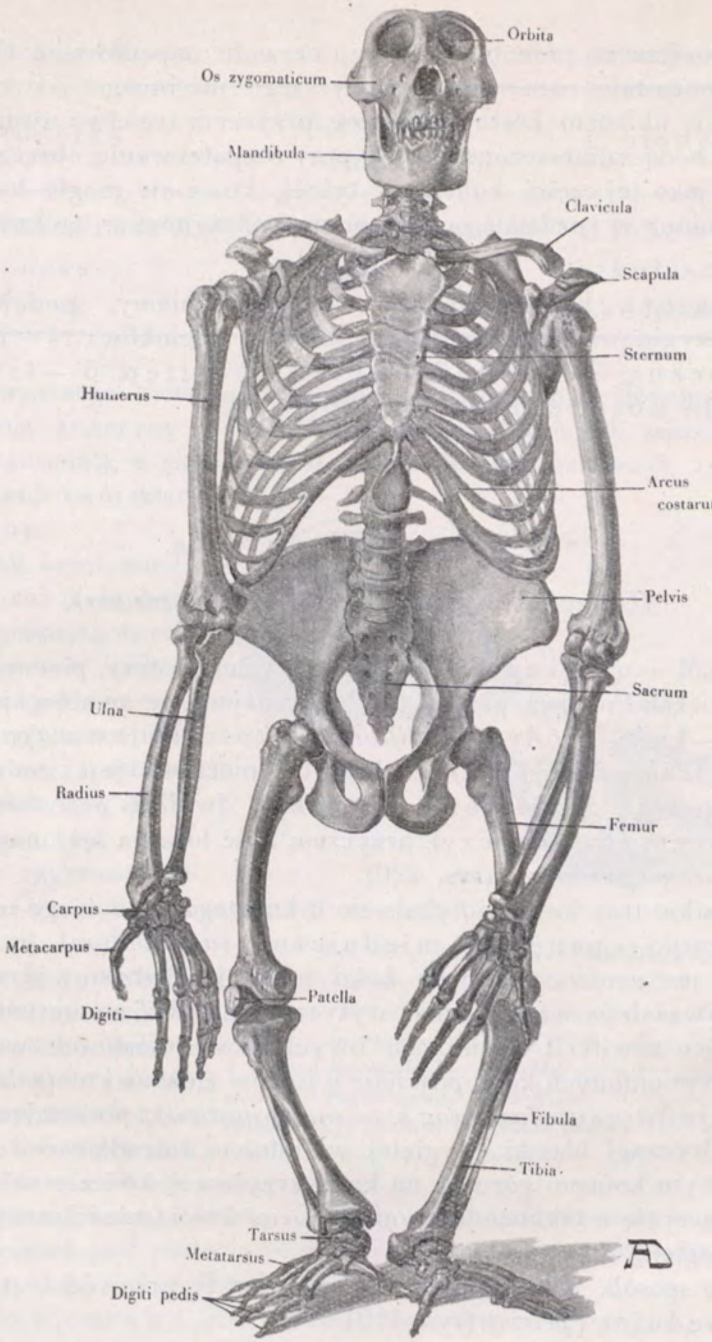
Rys. 418. Wycinek taśmy kinematograficznej, przedstawiający sześć faz swoistej przemieszczalności f o k i *(Phoca vitulina* L.). Zwrócić uwagę: na budowę i na położenie kończyn przednich i tylnych, na torpedowaty pokrój całego ciała i wreszcie na rolę kręgosłupa przy unoszeniu się (fot. dr. A. Rząśnicki).

nej *(acetabulum)*, to okaże się, iż przeważająca część obręczy ryb jest umieszczona pod ową panewką (»część podpanewkowa«) i tylko u *Raiidae* widnieje krótki wyrostek odchodzący wgórę (»część nadpanewkowa«) — wyrostek biodrowy *(proc. iliacus)*, którego przeznaczeniem jest odegrać tak wielką rolę u Lądowców.

Ale równie osobliwie zachowują się i dalsze składniki kostne tego pierwszego zawiązka kończyny. Podobnie jak w płetwie piersiowej są one stłoczone na szerokiej lecz krótkiej przestrzeni spajając się tkanką włóknistą w jedną mechaniczną całość, której poszczególne ogniwa nie są zdolne do większych przesunięć. Iż wiąże się to rzeczywiście z warunkami środowiska wodnego dowodem tego chociażby ssaki płetwonogie *(Pinnipedia)* u których naskutek morskiego trybu życia kończyny przyjęły postać płaskich płytek o skróconych lecz rozszerzonych odcinkach wolnych i palcach spiętych szeroką błoną pławną (rys. 364). Wprawdzie obręcz miedniczna zachowuje się u nich podobnie jak i u innych ssaków, lecz nie należy zapominać że służy ona za podstawę dla kończyn które biorą na siebie cały ciężar pracy przenosinowej, pod tym więc względem znajdują się w zgoła odmiennych warunkach aniżeli ryby. Mógłbym na tem miejscu wspomnieć również o Syrenowatych i o Waleniowatych. Tym razem, obranie środowiska wodnego za stałe miejsce pobytu, spowodowało powstanie przemieszczalności ogonowej czego wynikiem było odciążenie kończyn tylnych. Odciążenie, pociągające za sobą bardzo idące ich uwstecznienie oraz zerwanie połączenia obręczy miednicznej z kręgosłupem.

Zastawiając powyższe spostrzeżenia trudno się oprzeć wnioskowi, że zupełnie niezależnie od pierwotnego stanowiska jakiegokolwiek kręgowca jedynie sam fakt stałego przebywania w środowisku wodnem powoduje powstanie zupełnie swoistego ukształtowania kośćca kończyn tylnych, odrębnego powiedziałbym stylu, charakterystykę którego możemy zawrzeć w dwóch zasadniczych określeniach. Oto, cechuje go: 1) brak połączenia obręczy miednicznej z kręgosłupem, 2) blaszkowata, wiosłowata, postać odcinka wolnego (rys. 364).

Jaką była przemieszczalność, a w związku z tem i budowa kończyn tylnych u kręgowców pierwotnych, które zdołały »wylądować« nie wiemy, mamy jednak podstawy przypuszczać, że były one jednak nieco odmienne od typów spotykanych obecnie. To znaczy, że układ stosunków jaki panuje u współczesnych płazów (zarówno u *Urodela* jak i u *Anura)* wskazuje, że w żadnym razie nie da się on pogodzić z okresem przejściowym, mam na myśli z okresem »stawiania pierwszych kroków« na podmokłych obszarach przybrzeżnych, kiedyto płetwa nie utraciła doszczętnie charakteru narządu sterowniczego ale i nie



Rys. 419. *Gorilla gorilla* Wym. Zwrócić szczególną uwagę na stosunek długościowy kończyn przednich do kończyn tylnych, na budowę mostka, na ukształtowanie miednicy i wreszcie na stosunek palca I stopy do palców pozostałych. W. p. $\frac{I \rightarrow II + III + IV + V}{I \rightarrow II + III + IV + V}$.

zdołała się jeszcze przeobrazić w typ narządu napędowego. Ostatecznie, nie pozostaje nam wobec powyższego nic innego jak zająć się szczególnie układem kostnym ssaków, przyczem treściwe uwagi informacyjne będą zamieszczone jedynie przy rozpatrywaniu obręczy miednicznej, jako tej części kończyny tylnej, która nie mogła być bliżej uwzględniona w rozdziale poświęconym kończynom w ogólności.

W kośćcu kończyny tylnej rozróżniamy, podobnie jak i w kończynie przedniej, sześć następujących odcinków: 1) — obręcz miedniczną, 2) — udo, 3) — goleń, 4) — stęp, 5 — śródstopie i 6) — kości palców (rys. 267).

1. Obręcz miedniczna.

(Cingulum extremitatis post. s. pelycozona).

W skład — obręczy miednicznej wchodzą trzy, pierwotnie zupełnie niezależne lecz później ściśle zrastające się ze sobą, jednostki kostne: — kość biodrowa *(ilium)*, — kość łonowa *(pubis)* i — kość kulszowa *(ischium)*, z których pierwsza jest umieszczona wgórze (część grzbietowa obręczy), dwie zaś pozostałe wdole (część brzuszna obręczy), przyczem kość łonowa leży naprzedzie, kość kulszowa zaś wtyle (rys. 420).

Wszystkie trzy kości spotykają się u kulistego, głębokiego zagłębienia zwanego — panewką miedniczną *(acetabulum)* (rys. 420), w której jest osadzona główka kości udowej. Będziemy ją, ową panewkę, uważali za ważny punkt wytyczny, ułatwiający zorjentowanie się w nieco zawiłych stosunkach owych kości. Naskutek wczesnego zrostu wymienionych kości powstaje u ssaków złożona i niepodzielna — kość miedniczna *(os coxae s. os innominatum)*, posiadająca postać półcylindrycznej blaszki, wygiętej wklęsłością dośrodkowo i opierającej się swym końcem górnym na kości krzyżowej, końcem zaś dolnym spotykającej się z takimże samym końcem kości miednicznej strony przeciwległej.

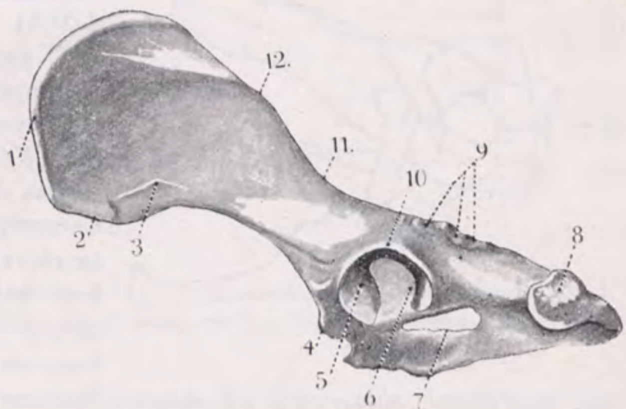
W ten sposób, powstaje krótki lecz obszerny przewód kostny zwany — miednicą *(pelvis)* (rys. 419).

Zestawiając skład kośćca obręczy miednicznej z kośćcem obręczy barkowej otrzymujemy następującą tabelę składników wzajemnie sobie odpowiadających:

obręcz barkowa		obręcz miedniczna
łopatka	część grzbietowa obręczy	k. biodrowa
(k. przedkrucza) k. krucza obojczyk	część brzuszna obręczy	k. łonowa k. kulszowa (brak odpowiednika)

Z powyższego widzimy, że naskutek większego czynnościowego obciążenia kończyny tylnej obręcz jej (mam na myśli szczególnie jej część brzuszną!), w przeciwieństwie do obręczy barkowej, zachowuje niezmiennie swój skład pierwotny.

Kształt kości miednicznej różni są bardzo u poszczególnych ssaków, a to w ścisłym związku z postacią wykonywanych ruchów, z ciężarem i postawą całego ciała (rys. 423), z ustawieniem kończyn, z czynnościami rodnemi (rys. 438) i t. p.



Rys. 420. Miednica psa, widziana zboku.
1 — *crista iliaca*; 2 — *spina ilica ant. inf.*; 3 — *linea glutaea ant.*; 4 — *tuberculum pubicum* (między 2 i 4 widnieje głęboka — *incisura semilunaris* R. P.); 5) — *facies lunata*; 6 — *fossa acetabuli*; 7 — *for. obturatum*; 8 — *tuber ischiadicum*; 9 — *rugae spinae ischiadicae*; 10 — *supercilium acetabuli*; 11 — *incisura ischiadica major*; 12 — *spina iliaca post. inf.*

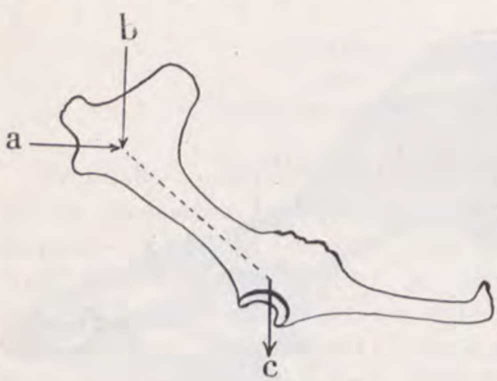
Z trzech wymienionych, składników kości miednicznej najbardziej charakterystyczną dla wszystkich kręgowców lądowych jest niewątpliwie — kość biodrowa *(ilium)*, której nikły, i niczem niezwiązany z kręgosłupem, zaczątek pod postacią — wyrostka biodrowego *(proc. iliacus)* spotykamy już u *Raiidae*.

Kość biodrowa jest umieszczona zawsze powyżej panewki miednicznej, stanowiąc — część nadpanewkową kości miednicznej *(pars supraacetabularis os. coxae)* w przeciwieństwie do dwóch pozostałych jej składników, położonych pod panewką i z tego

tytułu, tworzących razem — część podpanewkową kości miednicznej *(pars infraacetabularis os. coxae)*. Należy zauważyć, że wymienione części nie leżą we wzajemnem przedłużeniu lecz są ustawione pod kątem rozwartym, niewiele odbiegającym od kąta prostego.

Rozbiór kości miednicznej rozpoczniemy od jej części nadpanewkowej a więc od kości biodrowej.

a. Kość biodrowa *(ilium)* ma u wszystkich czworonożnych ssaków kształt wydłużonej, i raczej wąskiej, płytki ciągnącej się od panewki miednicznej ukośnie wzwyż i ku przodowi, a więc wzdłuż wypadkowej ciśnienia, wywieranego na kręgosłup przez kończynę tylną (rys. 420). Kąt nachylenia w stosunku do poziomu waha się w szerokich granicach $45^0 — 75^0$ (rys. 420 A).



Rys. 420A. Układ sił, działających na kość miedniczną.
Jak widać waga ciała (b) oraz parcie na kończyny (a) składają się na wypadkową (c) przenoszącą się na kończynę tylną. Pod tym kątem widzenia trzon k. biodrowej *(corpus os. ilei)* może być uważany za belkę statyczną przerzuconą od powierzchni uchowatej na panewkę stawu biodrowego.

U gadów, u których znaczenie napędowe ogona wciąż jeszcze wysuwa się na plan pierwszy, a zadanie kończyn sprowadza się nieomal wyłącznie do unoszenia ponad poziom podłoża ciężkiego i krępego tułowia, kość biodrowa jest ustawiona wręcz odmiennie, kieruje się bowiem ku górze i ku tyłowi. Takiem też jest, oczywiście, i położenie wypadkowej ciśnienia (rys. 421).

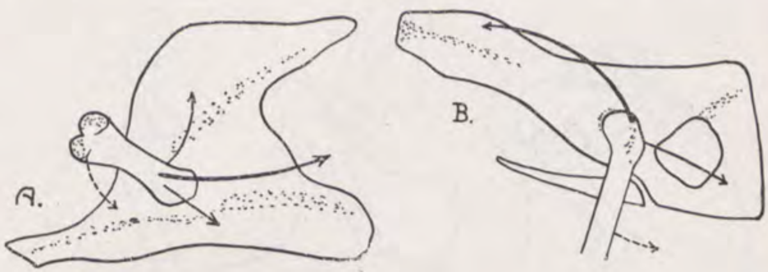
Odmienne ustawienie kości biodrowej w stosunku do panewki miednicznej może służyć za podstawę do rozróżnienia dwóch zasadniczych jej typów: — typ przedpanewkowy charakteryzujący ssaki a spośród płazów *Anura*, oraz — typ zapanewkowy, występujący u gadów i u *Urodela*. Zestawienie to daje dużo do myślenia! Oto, ukazuje nam ono w całej pełni obraz związku jaki istnieje między obecnością wzgl. zatratą czynności przenosinowych ogona a ukształtowaniem kości miednicznej.

Z rozkładu owych wypadkowych dowiadujemy się, że podczas gdy u ssaków jedna ze składowych (pionowa) zmierza ku górze a druga

(pozioma) ku przodowi, u gadów wprawdzie jedna składowa kieruje się również wzwyż, atoli druga zdąża już nie ku przodowi lecz wtył. Wnioski jakie się daje wyciągnąć z powyższego są aż nadto proste: ustrój ssaka jest przystosowany szczególnie do wykonywania ruchów postępowych, znajdując nawet pewną trudność w ruchach cofania, natomiast u gadów, jak to łatwo zauważyć, przemieszczalność wsteczna bynajmniej nie należy do zjawisk rzadkich.

U ssaków kość biodrowa, jako całość ma kształt szerokiej lecz płaskiej blaszki ciągnącej się ukośnie wtył i ku dołowi (rys. 421).

Rozpoczyna się ona wdole u panewki dość wąskim, wałeczkowatym — trzonem *(corpus ossis ilei)*, ograniczonym naprzedzie przez ostrą i nieco odchyloną wbok, lekko wykrojoną — krawędź pół-



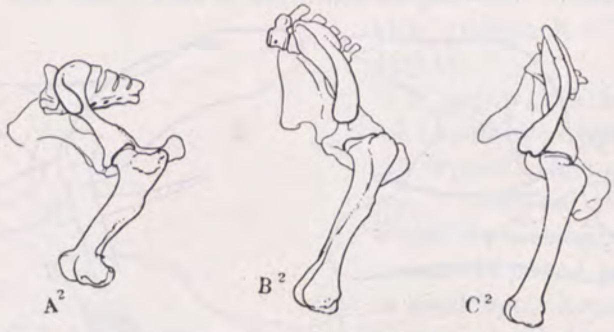
Rys. 421. Schemat budowy miednicy: A — gadów; B — ssaków (wg. A. G. Romer'a). Strzałkami oznaczono główne zespoły mięśniowe oraz kierunek ich działania.

księżycowatą *(margo semilunaris* R. P.) wtyle zaś przez głębokie — wcięcie kulszowe większe *(incisura ischiadica major)* (rys. 420). Z punktu widzenia bjomechanicznego trzon może być uważany za rodzaj »belki biodrowej«, mającej za zadanie przenoszenie ciśnienie z kości krzyżowej na panewkę miedniczną *(acetabulum)*. U *Hominidae* (rys. 340) i u ssaków umiejących przybierać postawę półpionowaną (rys. 423) belka biodrowa jest szeroka i płaska. Tuż powyżej panewki widnieje na powierzchni zewnętrznej trzonu niewielkie wzniesienie, wyjątkowo dobrze wyrażone u niektórych Naczelnych i u Gryzoni, wywołane przyczepem mięśnia prostego uda — guzowatość nadpanewkowa *(tuberositas supraacetabularis)* poza którą znajdujemy u Przeżuwaczy dobrze zarysowany — dołek nadpanewkowy *(fovea supraacetabularis* R. P.).

Ku górze i ku przodowi trzon przechodzi w szerszą blaszkę zwaną — skrzydłem biodrowem *(ala iliaca)*, kończącem się wgórze, ostrym u Przeżuwaczy, u innych ssaków jednak tępym — grzebie-

niem biodrowym *(crista iliaca)* (rys. 520). Jest on najczęściej wypukły ku górze i tylko u Koniowatych i u Przeżuwaczy ma kształt płytkiego wcięcia.

Według H. F. Osborn'a dają się wśród Kopytnych rozróżnić trzy zasadnicze typy ukształtowania grzebienia biodrowego (rys. 421 B). Najpierwotniejszym typem jest postać jaką ów grzebień przyobleka u ✝ Prakopytowców (np. ✝ *Phenacodus)* a z którego wyprowadzają się dwa następne typy, z których jeden charakteryzuje się głębokiem wcięciem dzielącem cały grzebień na trzy odcinki (rys 421 B) a typ drugi, spotykany u ciężkochodów, cechuje się znacznym rozrostem skrzydła i grzebienia ku tyłowi (rys. 421 C). Typ drugi charakteryzuje przedewszystkiem szybkobieżne Koniowate. Czyż należy tutaj dodać, że takie lub inne ukształtowanie grzebienia biodrowego jest niczem innem jak wykładnikiem odmiennego stopnia rozwoju umięśnienia tej okolicy? A które ze swej strony zależy od statyki i od dynamiki kończyn tylnych (por. rys. 422)?



Rys. 421 A. Kątowe załamanie składników kostnych w stawie biodrowymu· A ²— ✝ *Equus scotti;* B² — ✝ *Brontops robustus;* C² — ✝ *Mastodon americanus* (por. z rys. 411) (wg. H. F. Osborn'a). W rysunkach tych rzuca się w oczy stopniowe zwiększanie się wielkości kąta, zawartego między *stylopodium* i *zonopodium* w miarę wzrostu wagi ciała i zwolnienia szybkości chodu. Zasługuje tutaj również na uwagę miarowe przekształcanie się kości biodrowej oraz guza kulszowego.

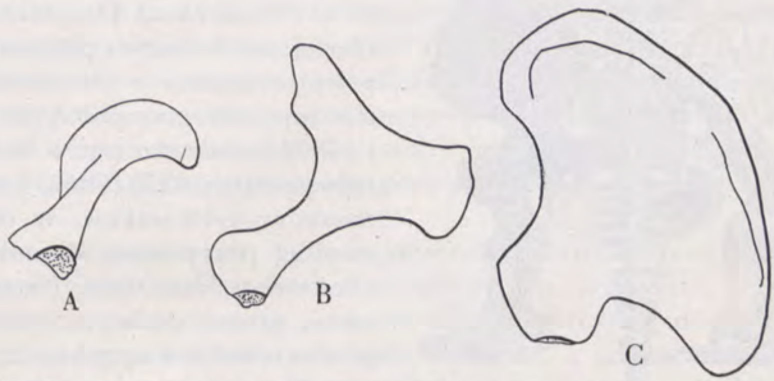
W zgrubiałym grzebieniu człowieka dają się rozróżnić trzy równolegle ułożone listewki zwane wargami. Mamy więc — wargę zewnętrzną *(labium ext.)*, — wargę pośrodkową *(labium intermedium)* i — wargę wewnętrzną *(labium int.)*. Każda z nich służy za miejsce przyczepu dla jednego z mięśni szerokich brzucha.

Naprzedzie grzebień kończy się, mniej lub bardziej, ostrym — kolcem biodrowym przedniogórnym *(spina iliaca ant. sup.)* pod którym widnieje drugi, znacznie słabiej wyrażony, występ kostny — kolec biodrowy przedniodolny *(spina iliaca ant. inf.)*, oddzielony od kolca górnego płytkiem i krótkiem — wcięciem biodrowem przedniem *(incisura iliaca ant.* R. P.).

U Kopytnych obydwa kolce łączą się w jeden wielki, tępy, chropowaty, wyczuwalny przez skórę, — guz biodrowy *(tuber coxae)*

rys. 427). U Koniowatych w guzie biodrowym możemy rozróżnić dwie wyniosłości wtórne, z których jedną, zwróconą dośrodkowo, nazwiemy — guzkiem przyśrodkowym *(tuberculum med.)*, druga zaś, wychylona nazewnątrz, stanowi — guzek boczny *(tuberculum lat.)* (rys. 425).

Zupełnie podobnie zachowuje się grzebień biodrowy i wtyle. Istotnie, kończy się on tam zaokrąglonym występem kostnym — kolcem biodrowym tylnogórnym *(spina iliaca post. sup.)* pod którym widnieje płaskie, niewyraźne, — wcięcie biodrowe tylne *(incisura iliaca post.)* przedzielające go od lepiej wyrażonego — kolca biodrowego tylnodolnego *(spina iliaca post. inf.)*. U Kopytnych obydwa kolce zlewają się w jeden wspólny tępy, chropowaty, — guz krzyżowy *(tuber sacrale)* (rys. 425).

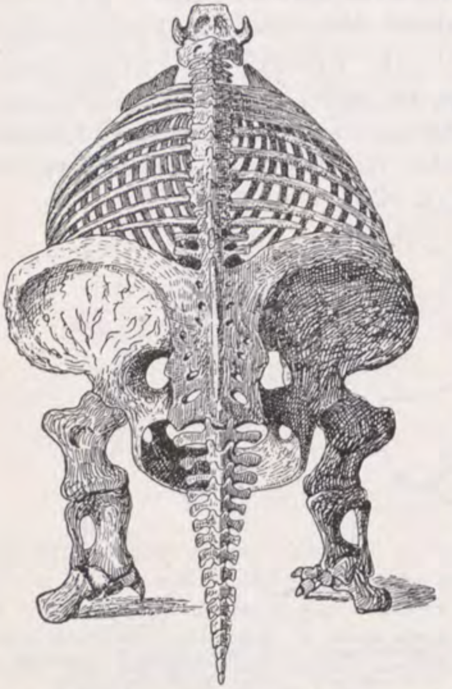


Rys. 422. Trzy typy kształtu kości biodrowej u: pierwotnego — ✝ *Phenacodus* (1/6), szybkobieżnego — konia (1/8) i ciężkochodnego — ✝ *Brontops* (1/12) (wg. H. F. Osborn'a).

Powierzchnia zewnętrzna *(facies ext.)* skrzydła biodrowego posiada u czworonogich postać niezbyt, rozległego, płaskiego wgłębienia — dołu skrzydłowego *(fossa alaris)* na dnie którego widnieje podłużna, wąska i trudno dostrzegalna, listewka — linja pośladkowa przednia *(linea glutaea ant.)*, wywołana przyczepem jednego z mięśni pośladkowych (rys. 420). Tak się sprawa przedstawia u Kopytnych natomiast u człowieka i u Mięsożernych do linji pośladkowej przedniej dołączają się dwie inne, z których jedna — linja pośladkowa tylna *(linea glutaea post.)* ciągnie się pod postacią pionowej listewki nieco ku przodowi od kolców biodrowych tylnych, druga zaś — linja pośladkowa dolna *(linea glutaea inf.)* jest umieszczona tuż nad panewką.

Skoro już jest mowa o człowieku to niesposób nie dodać, że cechuje

go skrzydło biodrowe wachlarzowato rozpięte i wywinięte nazewnątrz, szerokie, jaskrawo kontrastujące na na tle raczej wąskiego, listewkowatego skrzydła większości pozostałych ssaków (rys. 304). Tak rażące odchylenie od typu powszechnego nie może być inaczej wytłumaczone jak tylko przez tejże samej skali różnice czynnościowe... Domyślamy się już obecnie, iż chodzi tutaj o zjawisko pjonizacji. I w samej rzeczy pogląd ten odpowiada rzeczywistości. Do sprawy tej jednak powrócimy obszerniej przy opisie powierzchni wewnętrznej kości biodrowej. Dalszem potwierdzeniem powyższego jest budowa kości biodrowych u niektórych zpośród przedstawicieli wykopaliskowych Pancerzowców *(Xenarthra).* Oczywiście, że chodzi mi w danym przypadku o półspjonizowane ✝ *Megalonychidae* (np. ✝ *Megalonyx Jeffersoni)* i o ✝ *Mylodontidae* (np. ✝ *Mylodon robustum* (rys. 423). Otóż, budowa miednicy tych ssaków, w dużym stopniu, przypomina stosunki zachodzące u *Hominidae.* Na zakończenie pragnę dodać, że rozległość powierzchni zewnętrznej skrzydła umożliwia rozrost umięśnienia pośladkowego, pełniącego tak doniosłą rolę w mechanice utrzymania postawy pionowej.



Rys. 423. ✝ *Mylodon robustum* Owen, widziany od tyłu (wg. O. Abel'a 1911). Niezwykłe rozszerzenie miednicy wskazuje na to że ssak ten, który karmił się owocami drzew, był przystosowany do przybierania postawy półspionizowanej (por. z rys. 304).

Powierzchnię wewnętrzną *(facies interna)* kości biodrowej cechuje, przedewszystkiem, obecność t. zw. — powierzchni uchowatej *(facies auricularis)*, służącej do połączenia z podobną powierzchnią kości krzyżowej (rys. 432). Znajduje się ona w części dolnej skrzydła tuż na pograniczu z trzonem. Znaczenie powierzchni uchowatej stanie się zrozumiałe jeżeli uświadomimy sobie, iż to wszak przez nią ciśnienie, któremu podlega miednica ze strony kończyn tylnych, zostaje przekazane kręgosłupowi i że dla tego jedynie celu powstała sama kość biodrowa! Cała kość biodrowa jako pewnego rodzaju belka, przerzucona od panewki miednicznej na kręgosłup! I że

wyodrębnienie się w łonie kręgosłupa odcinka krzyżowego t. j. kości krzyżowej temu właśnie «zetknięciu» się z kością biodrową zawdzięcza swe pochodzenie!

Tak ścisłe spotkanie się obu powierzchni uchowatych (kości krzyżowej i kości biodrowej!) jest niewątpliwie zjawiskiem wtórnem, wywołanem, prawdopodobnie, wzmożeniem ciśnienia wywieranego przez kończyny nośne. W samej rzeczy, jeszcze u płazów ogoniastych *(Urodela)* wierzchołek krótkiej kości biodrowej łączył się jedynie za pośrednictwem krótkiego więzadełka z jednem jedynem żebrem krzyżowem. U ssaków żebra krzyżowe zostały, jak wiemy, całkowicie «wchłonięte» przez kręgi krzyżowe tworząc — skrzydło krzyżowe *(ala sacralis)* (p. kręgosłup).

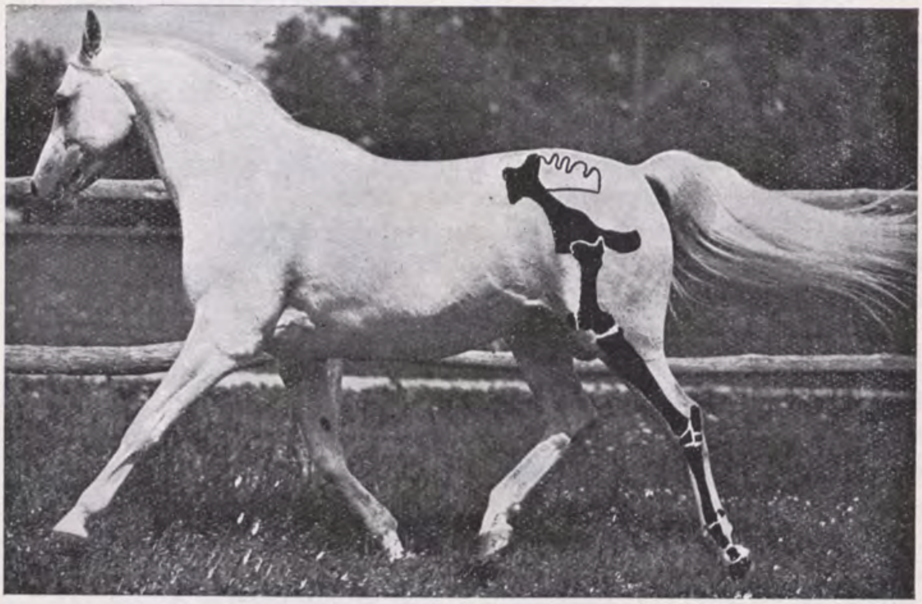
Powierzchnia uchowata posiada kształt płaskiej i gładkiej wyniosłości o podkowiastym zarysie zwróconej wklęsłością ku górze i o dwóch ramionach, — przedniem *(ramus ant. faciei auricularis)* i — tylnem, łączących się łukowato wdole. Zwykle — ramię tylne *(ramus post. faciei auricularis)* jest nieco dłuższe od ramienia przedniego. Niekiedy jednolitą powierzchnię stawową powierzchni uchowatej dzieli głębokie wcięcie na dwa odcinki, mniej lub bardziej, od siebie niezależne (rys. 427). Znaczenie owego podziału nie jest dotychczas wyjaśnione.

Nader duże znaczenie posiada stosunek przestrzenny — panewki miednicznej *(acetabulum)* do powierzchni uchowatej wzgl. do stawu biodrowokrzyżowego *(art. sacroiliaca)*. Otóż, u gadów panewka leży przed powierzchnią uchowatą natomiast u ssaków umieszczona jest ona nieco ku tyłowi. Jesteśmy więc tutaj świadkami ciekawego obrotu całej kości biodrowej ssaków w toku rozwoju osobniczego, obrotu któremu przypisuje Neuhäuser przyczynę —.zstępowania jąder *(descensus testiculorum)*.

Powyżej i wtyle od powierzchni uchowatej kość wykazuje liczne chropowate, drobne, wzniesienia spowodowane przyczepem więzadeł. Jest to — guzowatość biodrowa *(tuberositas iliaca)*. Stanowi ona wraz z powierzchnią uchowatą odcinek tylny skrzydła, część pierwotną, którą określimy mianem — części krzyżowej kości biodrowej *(pars sacralis os. ilei)*. Pozostała powierzchnia wewnętrzna skrzydła, umieszczona ku przodowi od części krzyżowej, jest gładka — część miedniczna kości biodrowej *(pars pelvina os. ilei)* i jest mniej lub bardziej zagłębiona tworząc — dół biodrowy *(fossa iliaca)*. Część miedniczną należy uważać za odcinek wtórny kości biodrowej, za pewnego rodzaju nadbudowę w stosunku do części krzyżowej, jako jej odcinka pierwotnego.

Bezpośrednio wdół od powierzchni uchowatej rozpoczyna się słabo wyrażony — grzebień biodrowołonowy *(crista iliopectinea)*, ciągnący się wdół i ku tyłowi by zakończyć się w — wyniosłości biodrowołonowej *(eminentia iliopectinea)* kości łonowej.

Część pośrodkowa grzebienia biodrowołowego wznosi się niekiedy pod postacią niewielkiego — guzka biodrowołonowego *(tuberculum psoadicum)*. U *Hominidae*, naskutek znacznego odchylenia części miednicznej nazewnątrz, grzebień biodrowołonowy zarysowuje się bardzo wyraźnie tworząc ostrą — linję łukowatą *(linea arcuata)*, stojącą na granicy między t. zw. »miednicą wielką« i »miednicą małą« (p. dalej).



Rys. 424. Rzut kośćca kończyny tylnej na zewnętrzną powierzchnię ciała celem przedstawienia odchyleń kątowych międzyodcinkowych (fot. N. Pelczyński).

Stosunek części miednicznej do części krzyżowej bywa b. różny u poszczególnych ssaków i wiąże się, przedewszystkiem, z warunkami statycznemi jakie panują w różnych postawach ciała. I tak, u ssaków czworonogich ciężar trzew jamy brzusznej jest podtrzymywany jedynie przez umięśnioną ścianę brzuszną, rola zaś skrzydła kości biodrowej sprowadza się w tym kierunku nieomal do zera. Tem należy wytłumaczyć, iż u istot tych część miedniczna kości biodrowej tylko nieznacznie przewyższa swemi wymiarami część krzyżową mającą za za-

danie, jak już wiemy, połączenie miednicy z kręgosłupem. Wręcz odrębnie sprawa się przedstawia u dwunogiego człowieka! Tym razem napór trzew wywiera ucisk głównie na obręcz miedniczną, powodując odchylenie jej nazewnątrz oraz znaczne powiększenie części miednicznej, spychając pod względem wielkościowym część krzyżową wyraźnie na plan drugi (rys. 437 b). W ten sposób, powstaje z części miednicznej rozległa ściana, mocno w kierunku dośrodkowym wyżłobiona, zwana — dołem biodrowym *(fossa iliaca)*.

b. Kość łonowa *(os pubis)* stanowi odcinek przedni części brzusznej kości miednicznej, odcinek mający za główne zadanie zapewnienie bezpośredniego połączenia z kością miedniczną przeciwległej strony, a przez to zamknięcie obręczy miednicznej od spodu. Składa się ona (rys. 425) z dwóch płaskich i nieomal poziomo ustawionych blaszek kostnych, połączonych ze sobą pod kątem prostym.

Blaszka przednia albo poprzeczna stanowi — gałąź panewkową *(ramus acetabularis)*, ciągnącą się od panewki miednicznej w kierunku dośrodkowym, spotykając się u t. zw. — spojenia łonowego *(symphysis ossium pubis)* z drugą blaszką — gałęzią spojeniową *(ramus symphyseos)* skierowaną wprost ku tyłowi (rys. 427). Obydwie gałęzie ograniczają od przodu obszerny — otwór zasłoniowy *(for. obturatum)* o którym jeszcze kilkakrotnie będzie mowa (rys. 420).

W kości łonowej rozróżniamy dwie powierzchnie oraz trzy krawędzie.

Powierzchnia górna *(facies sup.)* jest rynienkowato wyżłobiona tworząc, wraz z podobną powierzchnią kości przeciwległej, półcylindryczną obszerną rynienkę, ustawioną poziomo i szeroko otwartą ku górze. Wchodzi ona w skład ściany dolnej t. zw. — jamy miednicznej *(cavum pelvis)*. Powierzchnia dolna *(facies inf.)* kości łonowej jest wypukła i jest poprzez skórę w znacznej części wyczuwalna.

Z trzech krawędzi — krawędź przednia *(margo ant.)* jest umieszczona w płaszczyźnie poprzecznej i kieruje się łukowato wdół i dośrodkowo wykazując w pobliżu panewki łagodne wzniesienie zwane — wyniosłością biodrowołonową *(eminentia iliopectinea)* (rys. 425). Była już o niej mowa przy opisie kości biodrowej. Wspomniałem również, że stanowi ona zakończenie tak ważnego — grzebienia biodrowołonowego *(crista iliopectinea)*.

U Rękoskrzydłych wyniosłość biodrowołonowa przybiera postać wysmukłego kolca który łącząc się niekiedy z kością biodrową ogranicza charakterystyczny — otwór przedpanewkowy *(for. praeacetabulare)*.

U wyniosłości biodrowołonowej rozpoczyna się ostry — grzebień łonowy *(pecten ossis pubis)*, kończący się tuż u spojenia niewielkim — guzkiem łonowym *(tuberculum pubicum)* niezawsze dobrze wyrażonym (rys. 420).

Ze względu na to że podane szczegóły posiadają bardzo duże znaczenie orjentacyjne, powtórzymy je jeszcze raz poczynając od opisanego grzebienia biodrowołonowego. A więc, kierując się śladem tego ostatniego napotykamy przedewszystkiem — wyniosłość biodrowołonową *(eminentia iliopectinea)*, od której uchodzi w kierunku dośrodkowym cienki — grzebień łonowy *(pecten ossis pubis)*, kończący się u spojenia, wysuwającym się kolcowato ku przodowi, — guzkiem łonowym *(tuberculum pubicum)*.

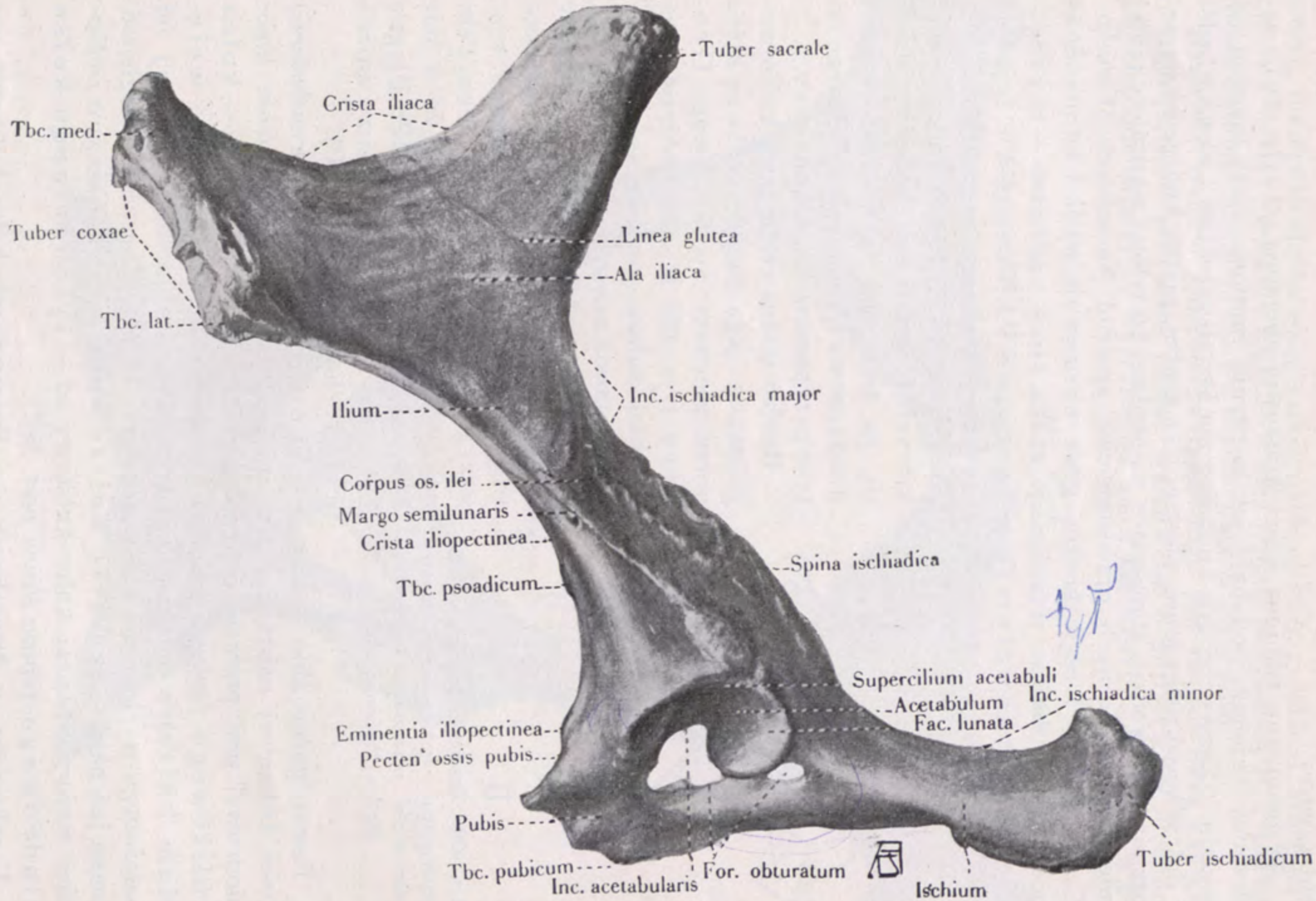
W miejscu spotkania krawędzi przednich obu kości łonowych, prawej i lewej, znajdujemy u niektórych ssaków np. u Kotowatych nieznaczną wyniosłość skierowaną ku przodowi. Jest to — wyrostek nałonowy *(epipubis)* stanowiący, prawdopodobnie, odpowiednik podobnej wyniosłości występującej u gadów. Znaczenie wyrostka nałonowego jest zupełnie nieznane.

Strzałkowo ustawiona — krawędź przyśrodkowa *(margo medialis)* kości łonowej służy do stawowego połączenia z podobną krawędzią kości przeciwległej i do tego celu posiada płaską lecz chropowatą — powierzchnię spojeniową *(facies symphyseos)*. Powrócimy do niej przy omawianiu spojenia miednicznego.

Trzecią i ostatnią krawędzią kości łonowej jest jej — krawędź boczna *(margo lat.)* albo — krawędź zasłonowa, tworząca brzeg przednioprzyśrodkowy wielkiego — otworu zasłonionego *(for. obturatum)* (rys. 425), położonego między kością łonową i kością kulszową (p. otwór zasłoniony).

c. Kość kulszowa *(ischium)* stanowi odcinek tylny części brzusznej kości miednicznej i jest położona w przedłużeniu kości biodrowej (rys. 425). Pozatem należy zauważyć, iż jest ona zawsze silniej rozwinięta aniżeli kość łonowa co tłumaczy się tem, że kość kulszowa przyczynia się, za pośrednictwem więzadeł, do przytwierdzenia miednicy do kręgosłupa oraz, że tworzy powierzchnię przyczepową dla silnego umięśnienia zginaczowego uda i goleni (rys. 426).

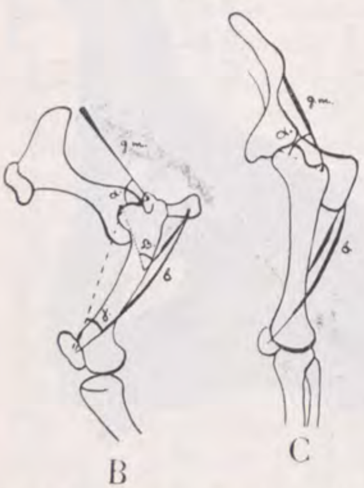
Podobnie jak w kości łonowej i w kości kulszowej rozróżniamy dwa — ramiona *(rami os. ischii)*, spotykające się wtyle gdzie tworzą, zawsze silnie rozwinięty, chropowaty i często najeżony wtórnemi wyniosłościami, — guz kulszowy *(tuber ischiadicum)* (rys. 425). Guz kulszowy służy za miejsce przyczepu dla licznych mięśni zginających staw kolanowy a u człowieka stanowi on wraz z podobnym guzem przeciwległej strony główne oparcie przy siedzeniu. Ta ostatnia funkcja powoduje właśnie u człowieka duże skupienie w okolicy pośladko-



Rys. 425. Miednica k o n i a, widziana zboku.
Ze zbiorów Zakładu Anatomji Prawidłowej Wydz. Wet. U. W.

wej *(clunes)* tkanki tłuszczowej, zabezpieczającej skórę od ucisku guza kulszowego.

Wspomniane ramiona kości kulszowej obejmują od tyłu otwór zasłoniony zupełnie podobnie jak to czynią ramiona kości łonowej od przodu. Zazwyczaj guz kulszowy ma kształt szerokiej i ukośnie wdół i dośrodkowo ustawionej, płaskiej lecz grubej, płytki, kończącej się nabrzmiałą krawędzią, stanowiącą najbardziej ku tyłowi wysunięty punkt miednicy. U licznych przedstawicieli zpośród Naczelnych *(Cebidae, Cercopithecidae)* część boczna guza wysuwa się wbok i ku przodowi pod postacią dobrze wyrażonego guzka, który nazwiemy — wyrostkiem haczykowatym *(proc. uncinatus* R.P.). Niewątpliwie, że jest on wyrazem wielkiego rozrostu mięśnia półścięgnistego. U Przeżuwaczy i u niektórych Gryzoni guz kulszowy dzieli się na trzy tępe wyniosłości wtórne, dzięki czemu obraz guza, oglądanego od tyłu przypomina listek koniczyny.



Rys. 426. Znaczenie długości guza kulszowego *(tuber ischiadicum)* dla sprawności mięśni zginaczonych u *Equidae* (B) i u *Proboscidea* (C).

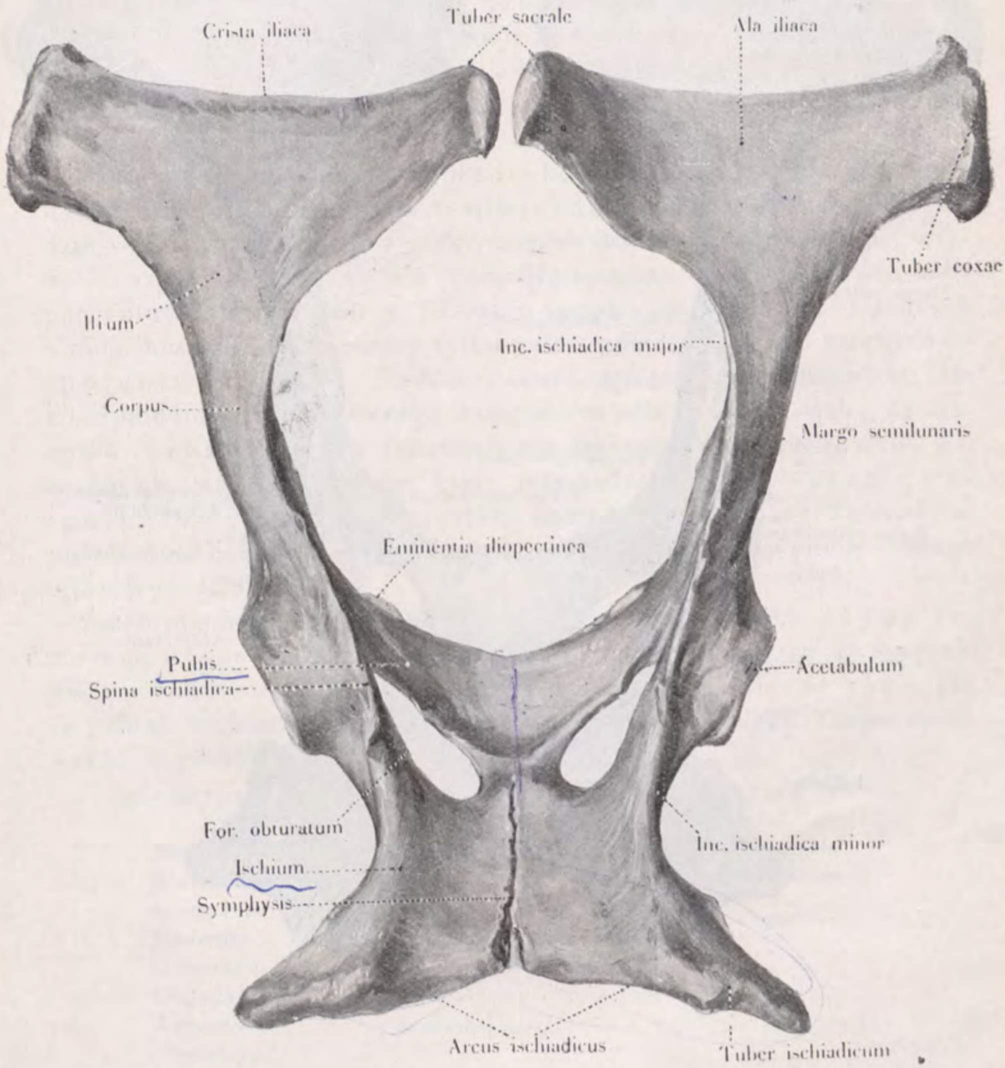
Bardzo ważną cechę guza kulszowego stanowi jego długość, cechę na którą poraz pierwszy zwrócił uwagę Gregory (rys. 426 B i C). Otóż, od owej długości zależy, oczywiście, wielkość kąta natarcia mięśniowego (p. str. 12), a przezto i wydajność siłowa zginaczy udowych, a więc tego zespołu mięśniowego, który w głównej mierze rozstrzyga o szybkości chodu i biegu. Tem należy właśnie wytłumaczyć że u ssaków szybkobieżnych (rys. 426 B) guz kulszowy jest znacznie dłuższy aniżeli u ciężkochodów (rys. 426 C).

Ramię górne albo — ramię panewkowe *(ramus acetabularis)* kości kulszowej nabrzmiewa w miejscu połączenia z trzonem kości biodrowej pod postacią ostrego, niekiedy jednak płaskiego, — kolca kulszowego *(spina ischiadica)*, przedzielonego płytkiem — wcięciem kulszowem mniejszem *(incisura ischiadica minor)* od położonego wtyle guza kulszowego (rys. 425). Znacznie rozleglejsze, znane już nam, — wcięcie kulszowe większe *(incisura ischiadica major)* oddziela kolec kulszowy od — tylnodolnego kolca biodrowego *(spina iliaca post. inf.)*.

U człowieka, u Naczelnych i u Przeżuwaczy kolec kulszowy ma

kształt wyniosłości ostro zarysowanej, którą u Przeżuwaczy otacza szereg, mniejwięcej równolegle ułożonych, niskich, grzebieni, które nazwiemy — listewkami kulszowemi *(rugae ischiadicae* R. P.). Podobne listewki widnieją też i u Świniowatych (rys. 420).

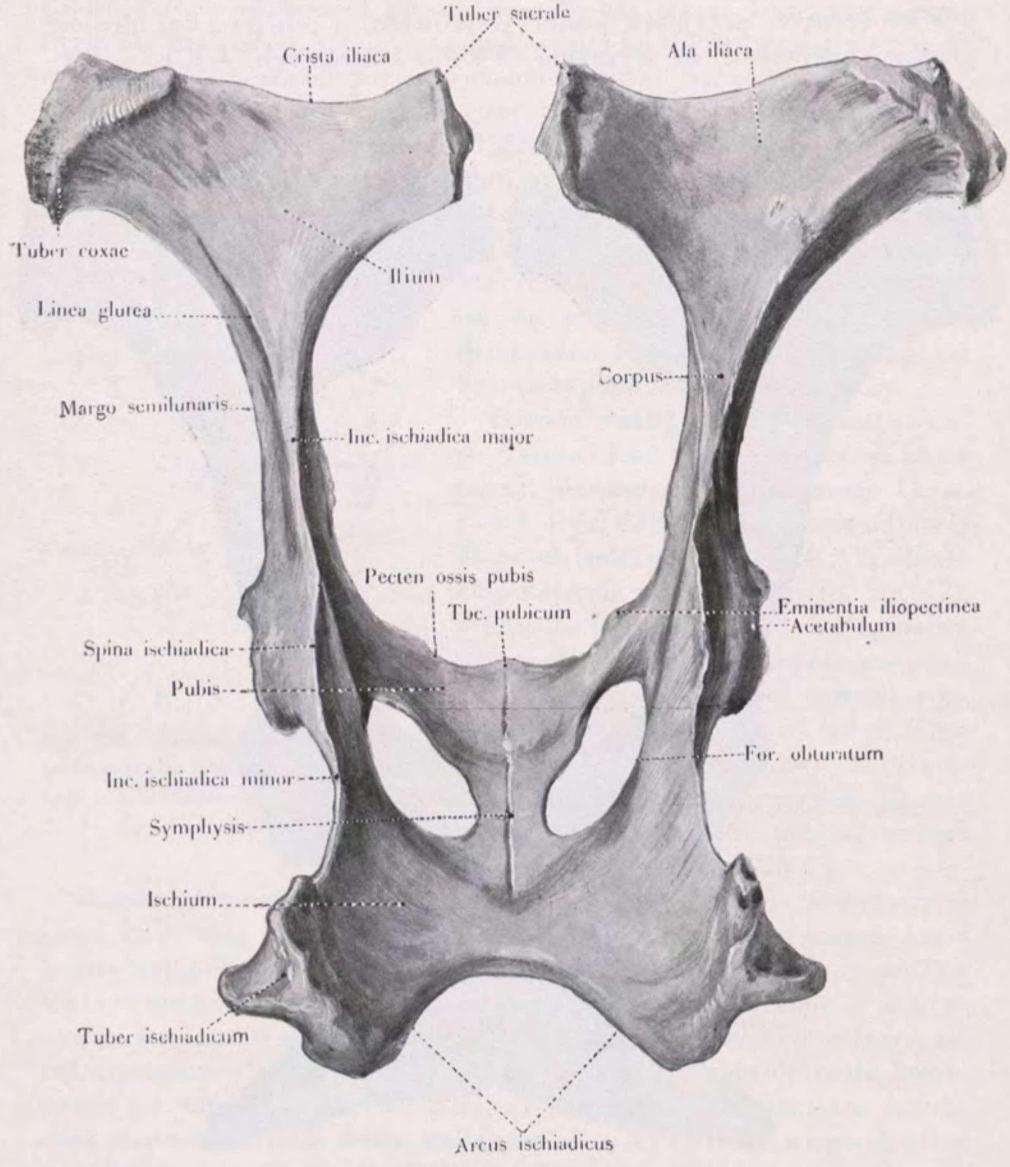
Krawędź wcięcia kulszowego mniejszego jest naogół ostra i tylko u Mięsożernych przybiera postać wałkowatą, o powierzchni idealnie gładkiej, odcinającej się wyraźnie od kolca kulszowego. Jest to — wy-



Rys. 427. Miednica k o n i a, widziana od góry.

cisk mięśnia zasłonowego wewnętrznego *(impressio m. obturatorii int.* R. P.).

Na odpowiednich okazach kostnych łatwo stwierdzić jak wielka odległość dzieli wierzchołek kolca kulszowego od krawędzi kości krzyżowej wzgl. od kośćca ogona. Inaczej się sprawa



Rys. 428. Miednica k r o w y, widziana od góry. Por. z rys. 427! W obu przypadkach mamy przed sobą typowe — s p o j e n i e ł o n o w o k u l s z o w e *(symphysis puboischiadica).*

przedstawia u Pancerzowców *(Xenarthra)*, u licznych Rękoskrzydłych, a zpośród Owadożernych u kreta *(Talpa)*, u których naskutek bardziej poziomego ustawienia ramienia panewkowego i skostnienia więzadła krzyżowokolcowego *(lig. sacrospinosum)*, kolec nawiązuje bezpośrednią łączność z kością krzyżową (wzgl. z kręgami ogonowemi), przeistaczając wcięcie kulszowe większe w, ze wszech stron zamknięty krawędziami kostnemi, — otwór kulszowy większy *(for. ischiacum majus)*. W ten sposób powstaje obraz, przypominający stosunki zachodzące u ptactwa.

Ramię spojeniowe kości kulszowej *(ramus symphyseos)* ciągnie się od guza kulszowego naprzód i dośrodkowo łącząc się z takiemże samem ramieniem strony przeciwległej w — spojeniu kulszowem *(symphysis ossium ischii)*. Krawędzie przyśrodkowe ramion spojeniowych kości prawej i lewej ograniczają razem głębokie wcięcie otwarte ku tyłowi, zwane — łukiem kulszowym *(arcus ischiadicus)* (rys. 428).

Stan, w którym połączenie prawej kości miednicznej z kością miedniczną lewą zapewniają dwa spojenia: jedno widniejące naprzedzie — spojenie łonowe *(symphysis ossium pubis)* a drugie wtyle — spojenie kulszowe *(symphysis ossium ischii)* stanowi objaw pierwotny, niewystępujący jednak u wszystkich ssaków, u niektórych z nich bowiem obserwujemy tylko jedno połączenie, mam na myśli — spojenie łonowe. Śledząc rozwój stosunków wzajemnych obu kości miednicznych w szeregu kręgowców stwierdzamy dalej, że zjawisko — rozłączenia *(diastasis oss. ischium)* kości kulszowych jest cechą, niewątpliwie, wtórną, którą poprzedzał zawsze — stan dwuspojeniowy t. j. — spojenie łonowokulszowe *(symphysis puboischiadica)*, który to stan przyjęliśmy za punkt wyjścia naszego opisu (rys. 428).

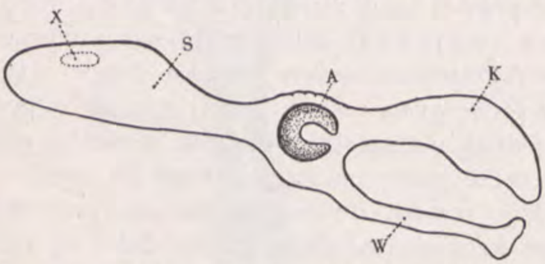
Jeżeli miednice dwuspojeniowe nazwiemy miednicami — typu łonowokulszowego, miednice zaś wyposażone jedynie w spojenie łonowe zaliczymy do — typu łonowego miednic to okaże się, że jednak większość ssaków posiada miednicę typu pierwotnego, na co wskazuje poniższy wykaz:

miednica typu łonowokulszowego:	miednica typu łonowego:
Monotremata	*Insectivora lipotyphla*
Marsupialia	*Carnivora* (b. nieliczne!)
Insectivora menotyphla	*Primates*
Rodentia	*Hominidae*
Carnivora	
Ungulata.	
Xenarthra	
Pholidota	
Tubulidentata	
† *Tillodontia*	

(W wykazie tym brak Waleniowatych, ale bo też z powodu uwstecznienia kończyn tylnych i miednica wykazuje stan szczątkowy).

Z powyższego wynika jasno, że w typie łonowym miednicy (np. u *Hominidae)* łuk kulszowy nie może istnieć, zastępuje go natomiast bardziej głęboki — łuk łonowy *(arcus pubicus)* (rys. 431). W tym przypadku ramię spojeniowe kości kulszowej podąża swobodnie aż do samego spojenia łonowego nie zawiązując łączności z ramieniem spojeniowem kości przeciwległej strony.

W bardzo rzadkich przypadkach, a więc np. u Kretowatych *(Talpidae)* i u *Soricidae* do spojenia kości miednicznych wogóle nie dochodzi, naskutek czego po stronie brzusznej miednicy widnieje wąski — rozszczep miedniczny *(diastasis pelvis)* (por. budowę miednicy u ptactwa!). Tego rodzaju ustosunkowanie się kości miednicznych zaliczymy do — typu bezspojeniowego (rys. 429).



Rys. 429. Miednica piżmaka *(Fiber zibethicus* L.), widziana zboku.

Miednicę piżmaka cechuje: zupełny i stały rozszczep miedniczny *(diastasis pelvis)*, połączenie kości miednicznej tylko z jednym kręgiem krzyżowym (X), niedomknięcie otworu zasłonionego i wreszcie przerost kości kulszowej! S—k. biodrowa; K—k. kulszowa; W—k. łonowa; A — *acetabulum.*

Ciekawe zjawisko mamy możność stwierdzić u *Geomys (Rodentia).* Otóż, u samicy tego ssaka w okresie ciąży spojenie miedniczne ulega rozluźnieniu, powodując powstanie czasowego rozszczepu *(diastasis pelvis).* Z powyższego należy wnosić, że hormony płciowe posiadają pewien wpływ kształtotwórczy na miednicę. Przemawia za tem zresztą i cały szereg innych spostrzeżeń.

Krawędź przyśrodkowa kości kulszowej otacza wraz z krawędzią boczną kości łonowej szeroki, o owalnym zarysie, — otwór zasłoniony *(for. obturatum)* o którym była już wzmianka (rys. 428). Widnieje on bocznie od spojenia łonowokulszowego, a więc w ścianie dolnej miednicy, a u ssaka z zachowanemi częściami miękkiemi jest zamknięty (»zasłonięty«) przez cienką — błonę zasłonową *(membrana obturatoria).*

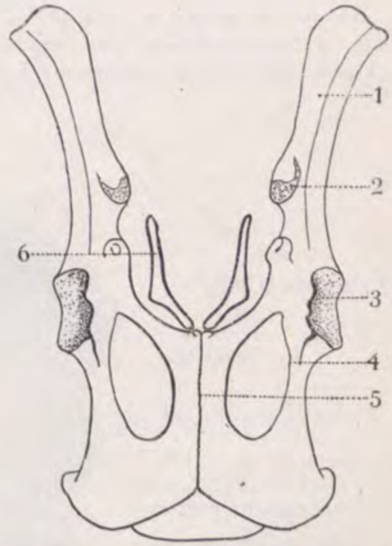
Krawędź przednia otworu wykazuje często płytkie wcięcie, które nazwiemy — wcięciem zasłonowem *(incisura obturatoria),* służącem do przejścia naczyń i nerwów zasłonowych *(vasa et n. obturatorii)* (rys. 430).

Otwór zasłoniony obserwujemy już u najpierwotniejszych Lądowców, a mia-

nowicie u ✝ *Stegocephala (Amphibia)*, u których widnieje on pod postacią drobnego — otworku zasłoniętego *(for. obturatorium)* w spoistej jeszcze blaszce łonowokulszowej. U wyższych kręgowców do owego otworu dołącza się inny, większy i bardziej wtyle leżący,— otwór łonowokulszowy *(for. puboischiadicum)*, nie występujący jednak u ssaków, tak, że ostateczny—otwór zasłoniony *(for. obturatum)* ssaków należy uważać za rozszerzenie pierwotnego — otworu zasłoniętego *(for. obturatorium)* owych pierwotnych Lądowców. Daje się to wyraźnie stwierdzić u ✝ *Theriodontia*.

Na podstawie powyższego rozbioru możemy podzielić cały otwór zasłoniony na dwie zasadnicze części na:—część nerwową *(pars nervina)*, odpowiadającą wcięciu zasłonowemu i pierwotnemu otworkowi zasłoniętemu, i — część błonową *(pars membranosa)*, albo część wtórną, wypełnioną przez błonę zasłonową *(membrana obturatoria)*.

Znaczenie otworu zasłonionego nie jest dotychczas całkowicie wyjaśnione, jest jednak rzeczą wielce prawdopodobną, że powstał on dzięki mechanicznemu odciążeniu płytki łonowokulszowej naskutek odmiennej techniki przenosinowej i nawiązania ścisłej łączności kości biodrowej z kręgosłupem.



Rys. 430. Miednica kangura *(Macropus)*, widziana od dołu. 1 — *ilium;* 2 — *fac. auricularis;* 3 — *acetabulum;* 4 — *for. obturatum;* 5 — *symphysis pelvis;* 6 — *os marsupiale.*

W skład miednicy, poza wymienionemi trzema kośćmi, wchodzą jeszcze u Stekowców i u Torbaczy dwie — kości torbowe *(ossa marsupialia)* (rys. 430). Mają one kształt stożkowatych płytek kostnych umieszczonych w ścianie brzusznej tułowia, a podstawami osadzonych na kościach łonowych. Znaczenie kości torbowych nie jest dotychczas wytłumaczone, jedno jednak nie ulega wątpliwości, a mianowicie to, iż nie mają one żadnego związku z — torbą *(marsupium)*, na co zdawałaby się wskazywać ich nazwa.

U ssaków wyższych kości torbowe nie występują.

Panewka stawowa *(acetabulum)* (rys. 430). W skład kulisto wydrążonej panewki, służącej do pomieszczenia główki kości udowej, wchodzą: kość biodrowa, a od strony kości łonowej drobna — kość

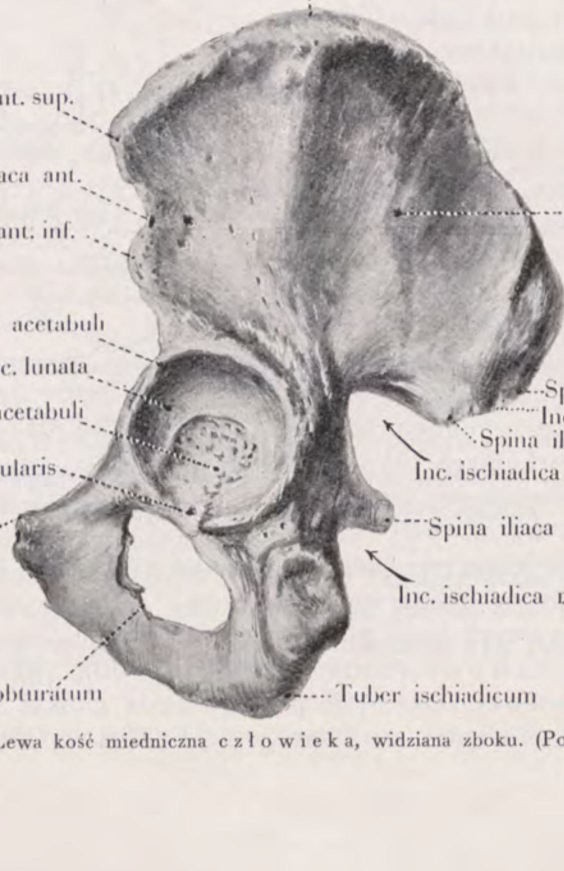
p a n e w k o w a *(acetabulare)* o pochodzeniu niezupełnie wyjaśnionem. Kość panewkowa jest wyjątkowo silnie rozwinięta u *Pinnipedia.*

Według najnowszych badań kość łonowa nie bierze bezpośredniego udziału w budowie panewki (rys. 420).

Panewkę otacza ostra krawędź — r ą b e k p a n e w k o w y *(supercilium acetabuli)*, przerwany wdole i nieco wtyle przez szerokie lub wąskie lecz zawsze głębokie — w c i ę c i e p a n e w k o w e *(incisura acetabularis)* (rys. 431). U niektórych zpośród Naczelnych wcięcie może być przeistoczone przez cienki mostek łączący końce rąbka panewkowego w niewielki — o t w ó r r ą b k o w y *(incisura acetabularis).*

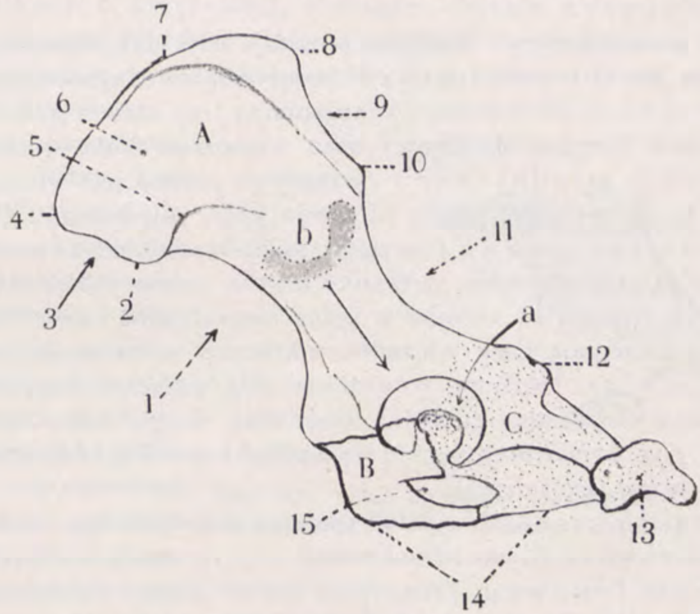
Wcięcie występuje u wszystkich ssaków (za wyjątkiem Stekowców!) i służy do pomieszczenia mocnego — w i ę z a d ł a o b ł e g o *(lig. teres)*, ciągnącego się od panewki do główki kości udowej.

Według A. S. R o m e r'a (1922) wcięcie panewkowe u Lądowców pierwotnych (✝ *Stegocephala)* było umieszczone na krawędzi przedniej rąbka i dopiero naskutek odmiennego ustawienia kości udowej wywędrowało wdół.



Rys. 431. Lewa kość miedniczna c z ł o w i e k a, widziana zboku. (Por. z rys. 425)!

Część ośrodkowa panewki nie wchodzi w skład powierzchni stawowej, jest bardziej wyżłobiona i nierówna. Jest to — dół panewkowy *(fossa acetabuli)*, miejsce przyczepu wspomnianego więzadła obłego (rys. 431). Zasługuje na uwagę, że u kolczatki *(Echidna)* w dnie dołu panewkowego widnieje — otwór panewkowy *(for. acetabulare)*, prowadzący do wnętrza miednicy. Podobny otwór jest zjawiskiem nieomal powszechnem u czworonogów pierwotnych.



Rys. 432. Schemat budowy miednicy psa, widzianej zboku.
W miejscu oznaczonem literą — b przedstawiono rzut powierzchni uchowatej na powierzchnię zewnętrzną miednicy; strzałka prosta symbolizuje »belkę biodrową«. Zakres kości kulszowej oznaczono kropkowaniem.

A — *ilium*; B — *pubis*; C — *ischium*; 1 — *inc. semilunaris*; 2 — *spina iliaca ant. inf.*; 3 — *inc. iliaca ant.*; 4 — *spina iliaca ant. sup.*; 5 — *linea glutaea ant.*; 6 — *ala iliaca*; 7 — *crista iliaca*; 8 — *spina iliaca post. sup.*; 9 — *inc. iliaca post.*; 10 — *spina iliaca post. inf.*; 11 — *inc. ischiadica major*; 12 — *spina ischiadica*; 13 — *tuber ischiadicum*; 14 — *symphysis puboischiadica*; 15 — *for. obturatum.*

Część obwodowa panewki, zwana — powierzchnią półksiężycowatą *(facies lunata)*, ma kształt wycinka kuli, przerwanego wdole przez wcięcie panewkowe. Powierzchnia połksiężycowata jest zupełnie gładka i w stanie świeżym jest pokryta chrząstką stawową.

U przeważającej ilości ssaków panewka jest skierowana wbok i cokolwiek ku dołowi (rys. 432). U ssaków o wyjątkowo dużej wadze ciała *(Proboscidea, + Megatherium, + Dinocerata)* jest ona zwrócona

wprost ku dołowi (rys. 423), u Rękoskrzydłych zaś jest nieco przesunięta ku górze.

W stosunku do powierzchni uchowatej *(facies auricularis)* panewka jest położona bardziej ku dołowi i tyłowi a prostą, łączącą środki obydwu powierzchni stawowych nazywamy — osią ciśnienia (rys. 432). Odpowiada ona długiej części kości biodrowej, stanowiącej t. zw. — belkę biodrową

Stawy miednicy. Miednica powstaje naskutek stawowego połączenia obu kości miednicznych *(ossa coxae)* między sobą oraz z kością krzyżową. W miednicy rozróżniamy trzy stawy: spojenie miedniczne, staw krzyżowobiodrowy oraz więzozrost kulszowokrzyżowy.

Spojenie miedniczne[1]) *(symphysis pelvis)* jest chrząstkozrostem, łączącym ze sobą wdole obydwie kości miedniczne. Cienka — chrząstka spojeniowa *(cartilago symphyseos)* ulega często w wieku starczym przeistoczeniu w tkankę kostną, przez co obydwie kości miedniczne zrastają się ze sobą w jedną niepodzielną całość. Staw spojeniowy wzmacniają dwa więzadła, z których jedno umieszczone naprzedzie — więz. łonowe przednie *(lig. pubicum ant.)* jest położone między obydwoma guzkami łonowemi, drugie zaś — więz. łukowate *(lig. arcuatum)* ciągnie się wzdłuż krawędzi kostnej łuku kulszowego *(arcus ischiadicus)*.

U człowieka (rys. 431) w skład spojenia miednicznego wchodzą jedynie kości łonowe. Tym razem mamy więc do czynienia li tylko ze — spojeniem łonowem *(symphysis ossium pubis)*. Przyczyny rozłączenia się kości kulszowych w rodzie ludzkim należy szukać w zmianie położenia całego ciała (pjonizacja) oraz w niebywałym rozroście mózgowia płodu. Naskutek współdziałania obu tych czynników ściana dolna (przednia!) miednicy uległa znacznemu skróceniu, co nie jest u kobiety bez wpływu na mechanikę aktu porodowego. Tem należy również wytłumaczyć, iż w chrząstkozroście spojeniowym człowieka występuje zaczątkowa jama stawowa — jama spojeniowa *(cavum symphyseos)*, coś, jakgdyby prolog do powstania typowego stawu jamowego, a która umożliwia, acz w znikomym stopniu, wzajemne przesuwanie się kości miednicznych w czasie porodu.

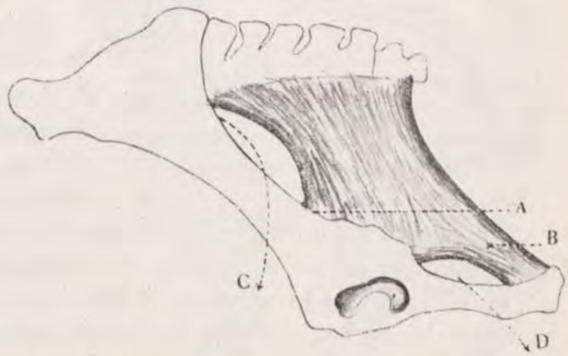
Staw krzyżowobiodrowy *(art. sacroiliaca)* jest stawem jamowym ścisłym *(amphyarthrosis)*, łączącym powierzchnię uchowatą k. biodrowej z takąże powierzchnią k. krzyżowej.

---

[1]) Pod nazwą tą należy rozumieć stosunki zarówno w typie łonowokulszowym jak i w typie łonowym.

Mocno napiętą torebkę stawową wzmacniają od dołu, t. j. od strony jamy miednicznej, krótkie pasma więzadłowe ujmowane pod nazwą — więz. krzyżowobiodrowego dolnego *(lig. sacroiliacum inf.)*, od strony zaś grzbietowej widnieją dwa — więzadła krzyżowobiodrowe górne, z których jedno — więz. krzyżowobiodrowe krótkie *(lig. sacroiliacum breve)* ciągnie się od kolca tylnogórnego kości biodrowej do grzebienia krzyżowego pośrodkowego (wyrostki kolczyste k. krzyżowej!), a drugie — więz. krzyżowobiodrowe długie *(lig. sacroiliacum longum)* rozpoczyna się na całej przestrzeni wcięcia biodrowego tylnego, a kończy się na krawędzi bocznej k. krzyżowej.

Szeroką przestrzeń, położoną między krawędzią tylnogórną k. kulszowej i krawędzią boczną k. krzyżowej, wypełnia rozległy więzozrost, który nazwiemy — błoną krzyżowomiedniczną *(membrana sacropelvina)*. Możemy w niej rozróżnić dwa silniejsze pasma, z których jedno — więz. krzyżowokolcowe *(lig. sacrospinosum)* kończy się na kolcu kulszowym, drugie zaś — więz. krzyżowoguzowe *(lig. sacrotuberosum)* na guzie kulszowym (rys. 433). U Mięsożernych błona krzyżowomiedniczna jest słabo rozwinięta (pies) lub też brak jej zupełnie (kot).

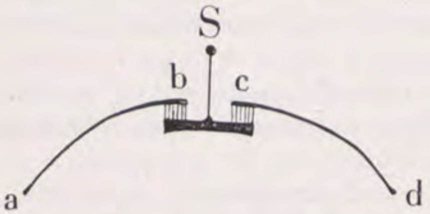


Rys. 433. Układ więzadłowy miednicy konia. A — *lig. sacrospinosum;* B — *lig. sacrotuberosum;* C — *for. ischiadicum majus;* D — *for. ischiadicum minus.*

Na wysokości wcięcia kulszowego większego i wcięcia kulszowego mniejszego krawędź błony krzyżowomiednicznej ogranicza wraz z krawędziami kostnemi owych wcięć dwa duże otwory: — otwór kulszowy większy *(for. ischiadicum maius)* i, umieszczony bardziej wtyle, — otwór kulszowy mniejszy *(for. ischiadicum minus)*. Obydwa otwory służą za miejsca wyjścia z jamy miednicznej naczyń i nerwów udających się ku kończynie tylnej (rys. 433).

W rzadkich przypadkach więz. krzyżowokolcowe ulega skostnieniu naskutek czego otwór kulszowy większy zdobywa ograniczenie czysto kostne a kość kulszowa bierze bezpośredni udział w powiązaniu obręczy miednicznej z kręgosłupem.

Mechanika stawu krzyżowobiodrowego. W związku z bardzo znacznem obciążeniem mechanicznem powierzchni zetknięcia obu kości, biorących udział w omawianym stawie, ruchomość jego jest znikomo mała i sprowadza się głównie do ruchów wahadłowych kości krzyżowej dookoła osi łączącej powierzchnie uchowate obu kości miednicznych. Jest rzeczą prawdopodobną, iż u Kotowatych i u ssaków odznaczających się gibkością ciała zakres ruchów jest znacznie większy. W każdym bądź razie zestawienie budowy układu kostnostawowego Kotowatych (i Łasicowatych!) z takimże układem np. Kopytnych przyniosłoby wiele niespodzianek. Prac tego rodzaju dotychczas brak!



Rys. 434. Sposób podwieszenia kości krzyżowej (S) przez kości miedniczne (a b i c d.) Całość została przedstawiona, jako widziana w przekroju poprzecznym.

Zasługuje na szczególną uwagę, że kość krzyżowa nie wspiera się na kościach miednicznych, jak to się często daje słyszeć, lecz na nich zwisa, zupełnie na podobieństwo owych dawnych lektyk zawieszonych na pasach rzemiennych na drągach (rys. 434). W obu przypadkach chodzi o zmniejszenie wstrząsów, które mogłyby się odbić szkodliwie na działalności rdzenia kręgowego. Analogiczną konstrukcję przystosowawczą widzieliśmy i w obręczy barkowej, tylko że tym razem rolą niweczącą wstrząsy są obarczone mm. zębate brzuszne nakształt sprężystych tasiem, podwieszających część przednią tułowia.

Miednica, jako całość. Pierścień kostny miednicy obejmuje sobą krótki cylindryczny przewód, chroniący końcowe odcinki przewodu pokarmowego i układu moczopłciowego, a który nosi nazwę — jamy miednicznej *(cavum pelvis)*. Stanowi ona przedłużenie jamy brzusznej, ujęte w sztywne klamry obręczy miednicznej, poprzez które opuszczają ustrój wszystkie wydaliny a ponadto u samic i ciało płodu. Zarówno więc kościec całej miednicy jak i jej wnętrze mogą być uważane u Łożyskowców za swoiste rozwiązanie nader trudnego zadania, polegającego na pogodzeniu zwartości miednicy, jako oparcia dla kończyn tylnych, z pozostawieniem odpowiednio wielkiego otworu zapewniającego możność porodu. Widownią owego »zatargu« jest przedewszystkiem — spojenie łonowokulszowe, z jednej strony przeciwstawiające się nadmiernemu zbliżaniu obu kończyn do siebie w czasie chodu, z drugiej jednak powodujące przewężenie dróg wyjściowych, któremi płód rozstaje się z ustrojem matki. Nie zdziwi nas zatem fakt, że ze wszystkich odcinków kośćca, miednica jest tą częścią, w której najlepiej są wyrażone cechy płciowe. Tem należy

wytłumaczyć, że jest ona przedmiotem szczególnego zainteresowania ze strony nauki położnictwa.

W skład ścian, ograniczających światło jamy, wchodzą: ściana górna albo — sklepienie, ściana dolna czyli — dno i wreszcie dwie ściany boczne: — prawa i — lewa (rys. 436).

Sklepienie miedniczne *(fornix pelvis)* jest utworzone przez wklęsłą powierzchnię dolną kości krzyżowej i przez, mniej lub bardziej, rozległy odcinek kręgosłupa ogonowego (u konia przez cztery pierwsze kręgi!).

Dno miedniczne *(solum pelvis)* ma postać poziomo ustawionej blaszki złożonej z kości łonowych naprzedzie i kości kulszowych wtyle. Nazwiemy ją — płytką łonowo-kulszową *(lamina poboischiadica)* (rys. 427). Jest ona rynienkowato wyżłobiona w kierunku poprzecznym i wykazuje po każdej stronie po jednym otworze zasłonionym *(for. obturatum)*, wypełnionym w stanie świeżym przez cienką — błonę zasłonową *(membrana obturatoria)*, służącą za miejsce przyczepu dla mięśni (rys. 436A).



Rys. 435. W przygotowaniu do skoku, belka kręgosłupowa przyjęła postać sprężyny, opierającej się o kość miedniczną. Za chwilę kąt udowogoleniowy ulegnie rozwarciu, powodując z jednej strony gwałtowny nacisk na podłoże a z drugiej na panewkę miedniczną *(acetabulum)*, ta zaś znowu przekaże ów nacisk poprzez »belkę biodrową« (p. rys. 420A) na kręgosłup, wywołując raptowne przesunięcie się ciała ku przodowi. Z powyższego wynika że »kluczem« tego układu dynamicznego jest kość miedniczna wraz z kością krzyżową.

Niecałe pole otworu jest zajęte przez ów więzozrost: drobny jego odcinek przedni stanowi — część nerwową *(pars nervina)* poprzez który opuszcza jamę miedniczną ważny pęczek naczyniowonerwowy zasłonowy.

W ścianie bocznej *(facies lat.)* należy rozróżnić dwa zasadnicze odcinki: — przedni i — tylny. W skład — odcinka przedniego wchodzi płaska powierzchnia dośrodkowa trzonu kości biodrowej, odcinek zaś tylny odpowiada błonie krzyżowomiednicznej *(membrana sacropelvina)*. Z powyższego wynika, że część tylna ściany bocznej widnieje li tylko na miednicy niepozbawionej części miękkich i że

jest ona, w przeciwieństwie do części przedniej, kostnej, w pewnym stopniu rozciągliwa.

Do jamy miednicznej prowadzi obszerny, o owalnym zarysie, otwór — wpust miedniczny *(apertura pelvis ant.)*, ograniczony przez t. zw. — linję graniczną *(linea terminalis)* (rys. 436). Pod nazwą tą rozumiemy listewkowate, niezbyt silnie zaznaczone, wzniesienie, utworzone wgórze przez — występ *(promontorium)* kości krzyżowej, (miejsce spotkania ostatniego kręgu lędźwiowego z kością krzyżową), po bokach przez — grzebień biodrowołonowy, a wdole przez — wyniosłość biodrowołonową, — grzebień łonowy i — guzek łonowy. Z powyższych odcinków jedynie grzebień biodrowołonowy *(crista iliopectinea)*, jest trudno dostrzegalny, natomiast wszystkie pozostałe odcinki posiadają własności ostro zarysowanych krawędzi.



Rys. 436. Miednica łosia, widziana od przodu. Jak widać światło jamy miednicznej posiada, tym razem, kształt nieprawidłowego prostokąta, przewężonego w swej części pośrodkowej przez silnie występujące kolce kulszowe *(spinae ischiadicae)* (por. z rys. 419).

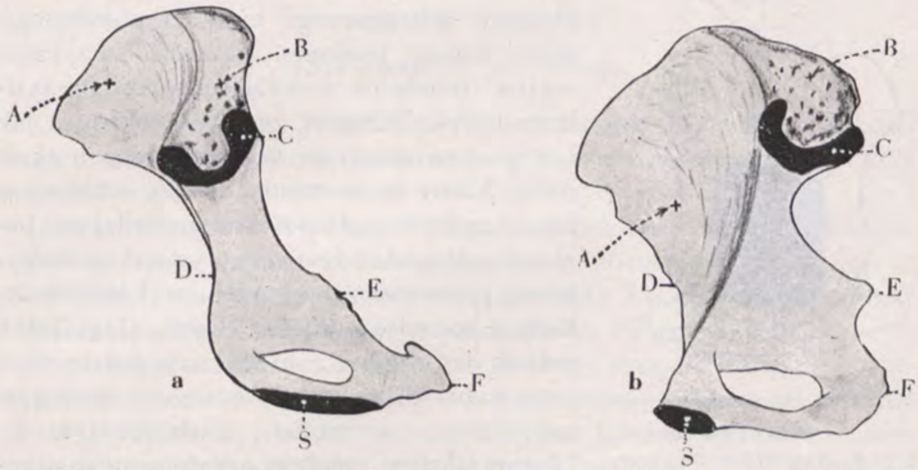
Zasługuje na szczególne podkreślenie fakt, że pole wpustu miednicznego nie jest ustawione w płaszczyźnie prostopadłej, jakby się wydawać mogło (rys. 436 A) lecz leży w płaszczyźnie kierującej się ukośnie wdół i ku tyłowi, naskutek czego pionowa opuszczona ze wzgórza *(pro-*



Rys. 436A. Miednica łosia *(Alces alces* L) wraz z kością krzyżową, widziana zboku. (Por. z rys. 436).

montorium) nie napotka wdole krawędzi przedniej kości łonowej, lecz przejdzie przed nią, i to w znacznej od niej odległości. Nie należy jednak z tego wyciągać wniosku, że kierunek wpustu odpowiada osi kości biodrowej, albowiem w rzeczywistości są one ustawione pod kątem, wynoszącym przeciętnie 30°.

U ssaków czworonożnych wpust ma kształt owalu, o nieco dłuższej osi położonej prostopadle, natomiast u człowieka, przeciwnie, wymiar poprzeczny przewyższa cokolwiek wymiar strzałkowy. Stajemy więc ponownie w obliczu przekształceń, spowodowanych pjonizacją, których byliśmy świadkami przy omawianiu klatki piersiowej!



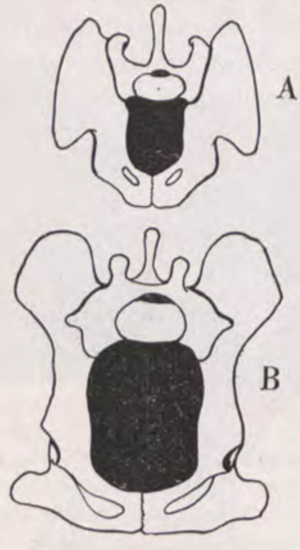
Rys. 437. Zestawienie budowy miednicy czworonogiego psa (a) i dwunogiego człowieka (b). Miednice są widziane od strony przyśrodkowej.

Znaczenie skrótów: A — talerz biodrowy; B — guzowatość krzyżowobiodrowa; C — pow. uchowata; D — wcięcie półksiężycowate; E — kolec kulszowy; F — guz kulszowy; G — spojenie miedniczne.

Część jamy miednicznej, położona przed wpustem, nosi nazwę — części brzusznej *(pars abdominalis)*. Jest ona u czworonogich b. słabo wyrażona i tylko u człowieka o mocno odchylonych skrzydłach biodrowych stanowi rozległą przestrzeń opisywaną jako — miednica wielka *(pelvis major)* (rys. 419). Właściwa jama miedniczna pozostałych ssaków jest ujmowana w antropanatomji pod nazwą — miednicy małej *(pelvis minor)* (rys. 437).

Jama kończy się wtyle, nieprawidłowego kształtu, otworem — wypustem miednicznym *(apertura pelvis post.)*. W skład krawędzi wypustu wchodzą: — wierzchołek kości krzyżowej (u konia — krawędź dolna czwartego okręgu ogonowego), — krawędź tylna błony

krzyżowomiednicznej, — krawędź tylna guza kulszowego i wreszcie— brzeg łuku kulszowego *(arcus ischiadicus)*. Należy zauważyć, że wszystkie wymiary wypustu są nieco mniejsze od wymiarów wpustu, co jednak nie odgrywa większej roli skoro się weźmie pod uwagę rozciągliwość błony krzyżowomiednicznej i pewną ruchomość pierwszych kręgów ogonowych.



Rys. 438. Miednice, widziane od przodu.
A — ✠ *Synoplotherium vorax, Marsh;* B — ✠ *Canis Inostranzeni fam.* (wg. J. L. Wortman'a). Z zestawienia tych dwóch rysunków widać że u przedstawiciela wykopaliskowych Mięsożernych tj. u ✠ *Synoplotherium* światło miednicy jest niewspółmiernie małe, co świadczy za tem że ssak ten mógł wydawać na świat swe potomstwo tylko w stanie bardzo nierozwiniętym (np. jak u Torbaczy!). Niewiadomo czy nie ta właśnie okoliczność była powodem wygięcia owego gatunku!

I tym razem więc płaszczyzna wypustu nie jest ustawiona pionowo lecz zmierza ukośnie wdół i ku tyłowi!

Światło jamy miednicznej możnaby porównać do wnętrza bardzo krótkiego i nieco zboków spłaszczonego cylindra położonego, mniej więcej, poziomo. Krótkość swą, rzecz ważna, miednica zawdzięcza przedewszystkiem tej okoliczności, że zarówno wpust jak i wypust są ustawione w płaszczyznach ukośnych. Ażeby to zrozumieć należy sobie wyobrazić cylinder o długości odpowiadającej poziomej odległości, dzielącej występ kości krzyżowej *(promontorium)* od łuku kulszowego. Będzie to więc cylinder dosyć długi, jeżeli jednak wytniemy z niego naprzedzie część jego ściany dolnej a wtyle część ściany górnej to łatwo sprawdzić, że dzięki tym zabiegom długość wnętrza ograniczonego przez ściany, a więc długość — o s i m i e d n i c z n e j ulegnie znacznemu skróceniu. Zupełnie analogiczny układ stosunków charakteryzuje światło miednicy.

Jama miedniczna jest u samic nieco większa, a ponadto ściany jej są bardziej gładkie. Tyczy się to, przedewszystkiem, kolców kulszowych, które są w mniejszym stopniu przechylone dośrodkowo aniżeli ma to miejsce u samców (rys. 436).

Jest rzeczą zrozumiałą, że różnice płciowe w ukształtowaniu miednicy wiążą się ściśle z rolą jej jako przewodu rodnego u samic. Tem należy wytłumaczyć dużą współzależność jaka istnieje zawsze między wielkością płodu (a zwłaszcza główki!) i wymiarami jamy miednicznej! Wszelkie odchylenia od tej zasady, tak często obserwowane przy nie-

odpowiednich skrzyżowaniach ras, prowadzą nieuniknienie do uwięźnięcia płodu, które kończy się zgonem matki.

Nadmiernem przewężeniem jamy miednicznej tłomaczy J. L. Wortman smutny los gatunku ✝ *Synoplotherium vorax*, należącego do dolnoeoceńskich ✝ *Acreodi* (✝ *Creodontia*) (rys. 438). W samej rzeczy porównywując rozmiary miednicy jakiegokolwiek Mięsożernego współczesnego (np. psa) z wymiarami miednicy u ✝ *Synoplotherium vorax* nietrudno przyjść do wniosku że u tego ostatniego poród musiał napotykać na wprost nieprzezwyciężalne trudności!

2. Udo.
(*Stylopodium posterius*).

Kość udowa (*os femoris s. femur*) należy do typowych kości długich, a zatem rozróżniamy w niej — trzon oraz dwie — nasady (rys. 440).

Jako całość, kość udowa wykazuje ustawienie wręcz odmienne aniżeli to miało miejsce z kością ramienną. Istotnie, kieruje się ona ku dołowi, nieco dośrodkowo i zdecydowanie ku przodowi, tworząc w stosunku do poziomej kąt wynoszący około 70^0 (rys. 424).

Kierunek dośrodkowy kości jest wywołany tem, że odległość przedzielająca panewki miedniczne jest zawsze trochę większa od odległości międzykolanowej. Daje się to dostrzec bardzo wyraźnie u człowieka, a specjalnie u kobiety, a to naskutek większej u niej szerokości miednicy (p. rys. 63 i 64, tom I).

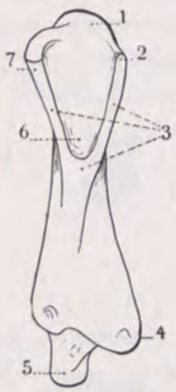
Oglądana zboku, kość udowa wykazuje lekkie lecz wyraźne esowate wygięcie, naskutek którego nasada górna kości jest nieco wychylona ku przodowi, nasada zaś dolna wygina się ku tyłowi (rys. 275). Była już o tem mowa przy rozpatrywaniu budowy kości ramiennej!

U noworodka ludzkiego kość udowa wykazuje kierunek bardzo zbliżony do kierunku ukośnego innych ssaków, z chwilą jednak gdy dziecko zaczyna stawiać pierwsze kroki omawiana kość zostaje silnie wygięta ku tyłowi powodując obrót całej miednicy ku przodowi a wraz z nią i odcinka lędźwiowego kręgosłupa przezco powstaje, charakterystyczna dla rodu ludzkiego, lordoza lędźwiowa. Dzięki powyższemu obrotowi kości udowej przyjmuje ona zgoła inne położenie aniżeli u pozostałych ssaków kierując się od panewki miednicznej prostopadle ku dołowi (rys. 304).

Ogólne ukształtowanie kości w znacznym stopniu przypomina budowę kości ramiennej, zwłaszcza u ssaków najniższych, mam na myśli Stekowce, wszystkie zaś odchylenia od pierwotnego prawzoru dadzą

się wytłumaczyć odmiennem ustawieniem kości udowej (p. obrót kończyn) i wysoką specjalizacją w kierunku przenosinowym.

Postacią wyjściową budowy kości udowej jest niewątpliwie kość udowa gadów pierwotnych (rys. 439). Jak widać, jest ona u nich raczej krępa, przysadzista, co świadczy za obecnością silnego umięśnienia, niezbędnego w technice przemieszczalności typu czołgowego. Stąd też silny rozwój wszystkich wyrostków mięśniowych. Drugą ważną cechę stanowi obecność dwóch oddzielnych kłykci, służących do połączenia z kością piszczelową i z dobrze rozwiniętą kością strzałkową!

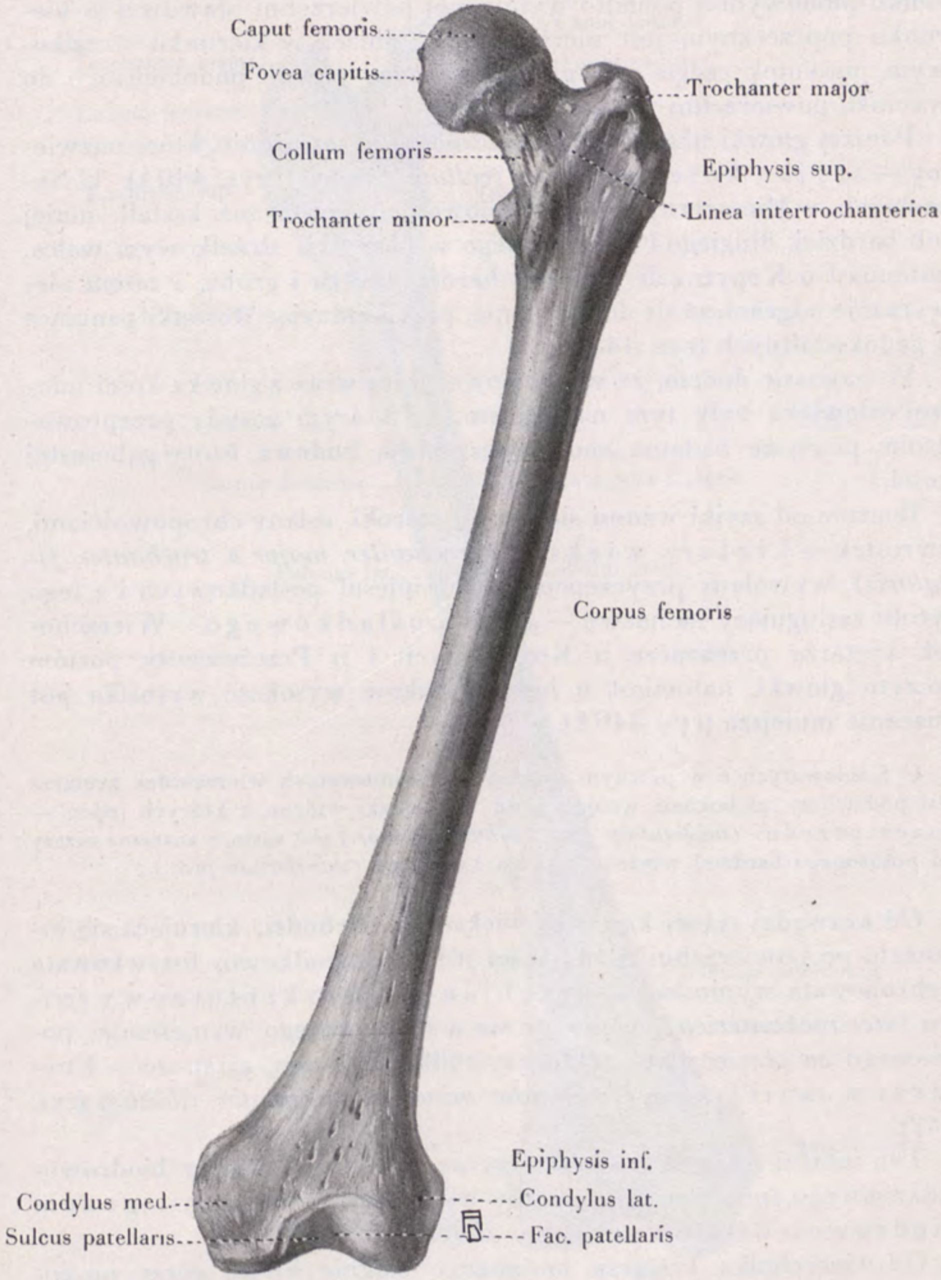


Rys. 439. Kość udowa gada wykopaliskowego ✝ *Edaphosaurus* (wg. Römer'a). Podobnie jak to miało miejsce w k. ramiennej i tym razem związek *stylopodium* z *zeugopodium* dokonywa się za pośrednictwem dwóch oddzielnych kłykci: — kłykcia przyśrodkowego *(condylus med.;* 4) i — kłykcia bocznego *(condylus lat.;* 5). Poniżej główki *(caput femoris* 1) widnieje — krętarz większy *(trochanter major;* 7) i—krętarz mniejszy *(trochanter minor;* 2), połączone wdole — grzebieniem przywodzicieli *(crista adductoria;* 3). Ponad tym ostatnim zarysowywuje się głęboki — dół krętarzowy *(fossa trochanterica;* 6).

U ssaków początkowo kość udowa miała postać wydłużoną, smukłą, co i obecnie jeszcze stwierdzamy u Mięsożernych a zwłaszcza u Naczelnych a zpośród nich szczególnie u człowieka (rys. 440); kształt przysadzisty, krępy, który cechuje Kopytne jest niewątpliwie objawem wtórnym, stojącym w związku z dużą siłą napędową kończyn tylnych.

K o n i e c g ó r n y k o ś c i u d o w e j *(extremitas sup.)* jest spłaszczony w kierunku strzałkowym i kończy się kulisto zaokrągloną — g ł ó w k ą *(caput femoris)* (rys. 440), w środku której widnieje drobne i płytkie zagłębienie zwane — d o ł k i e m g ł ó w k i *(fovea capitis).*

G ł ó w k a k o ś c i u d o w e j, w warunkach prawidłowych, jest skierowana dośrodkowo i nieco ku górze tworząc wraz z osią trzonu kąt rozwarty, wynoszący około 130^0. Należy zaznaczyć, iż u *Equidae* główka jest ponadto lekko wysunięta ku przodowi co ma miejsce, choć w stopniu mniejszym, i u innych ssaków. Gładka powierzchnia stawowa główki rozpościera się najdalej w kierunku bocznym, zachodząc częściowo na t. zw. — s z y j k ę, co jest zrozumiałe, albowiem na ten to właśnie odcinek jest wywierany głównie ucisk ze strony miednicy. Odcinek szyjkowy powierzchni stawowej jest wyjątkowo silnie zaznaczony u Przeżuwaczy, u których jest on oddzielony od powierzchni stawowej główki przez płytkie wcięcie. U ssaków o ruchach wahad-



Rys. 440. Kość udowa c z ł o w i e k a, widziana od przodu, ustawiona w położeniu prawidłowem

łowych kończyn (Kopytne) główka jest wyraźnie spłaszczona w kierunku pionowym a ponadto wymiar jej powierzchni stawowej w kierunku poprzecznym jest nieco większy aniżeli w kierunku strzałkowym, naskutek czego cała główka zdradza pewne podobieństwo do wycinka powierzchni walcowatej.

Poniżej główki nasada ulega znacznemu przewężeniu, które nazwiemy — szyjką kości udowej *(collum femoris)* (rys. 440A). U Naczelnych, u Mięsożernych i u Świniowatych szyjka ma kształt, mniej lub bardziej, długiego i spłaszczonego w kierunku strzałkowym walca, natomiast u Kopytnych jest ona bardzo krótka i gruba, a zatem niewyraźnie odgranicza się do otoczenia, przypominając stosunki panujące u gadokształtnych (rys. 443).

W nawiasie dodam, że właśnie owa szyjka wraz z główką kości udowej człowieka były tym materjałem, na którym zostały przeprowadzone pierwsze badania nad beleczkowatą budową istoty gąbczastej kości.

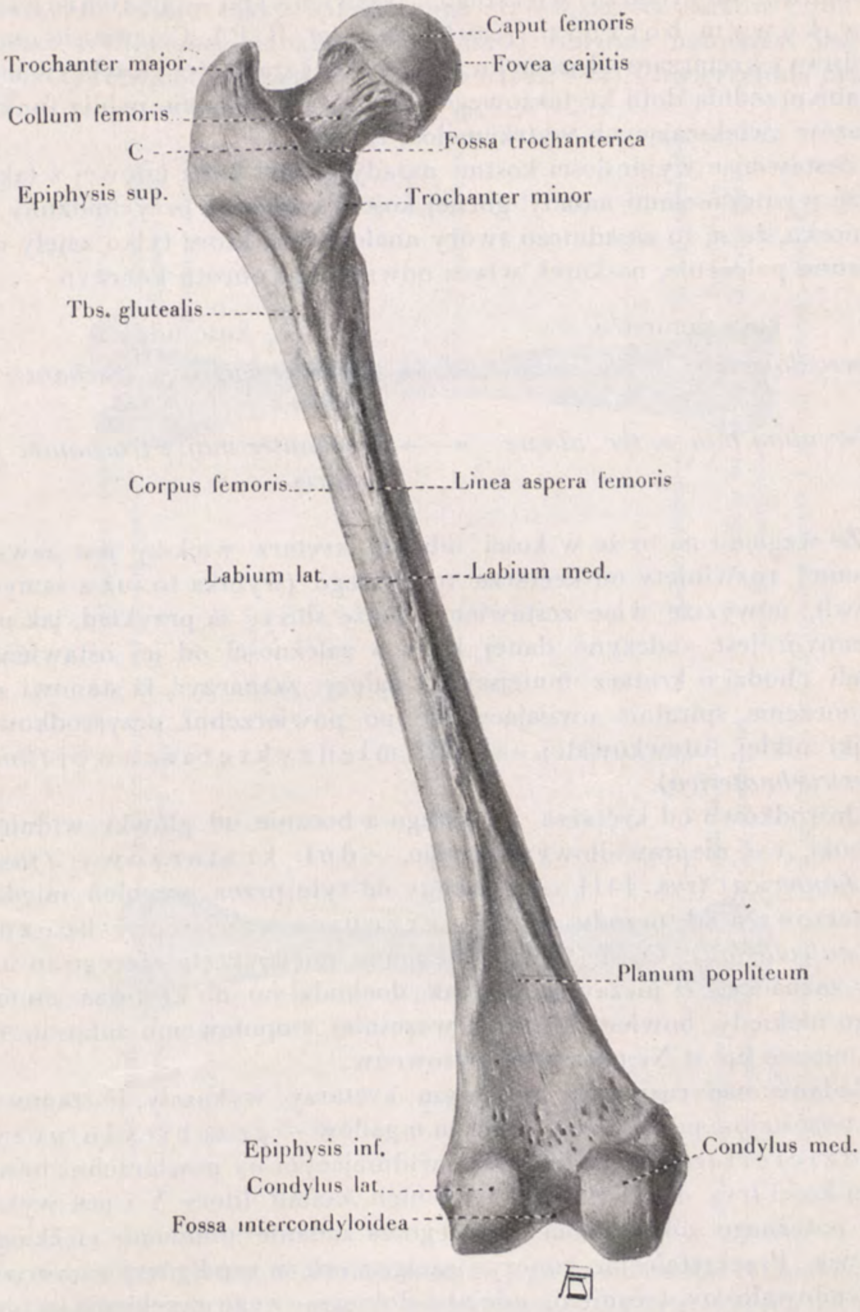
Bocznie od szyjki wznosi się silny i szeroki, usłany chropowościami, wyrostek — krętarz większy *(trochanter major s. trochanter fibularis)*, wywołany przyczepem dwóch mięśni pośladkowych i z tego tytułu zasługujący na nazwę — guza pośladkowego. Wierzchołek krętarza przekracza u Koniowatych i u Przeżuwaczy poziom szczytu główki, natomiast u innych ssaków wysokość wyrostka jest znacznie mniejsza (rys. 440A).

U Koniowatych a w pewnym stopniu i u Świniowatych wierzchołek krętarza jest podzielony głębokiem wcięciem na dwa guzki wtórne, z których jeden — guzek przedni *(tuberculum ant. trochanteris maj.)* jest zawsze znacznie niższy od położonego bardziej wtyle — guzka tylnego *(tuberculum post.)*.

Od krawędzi tylnej krętarza większego odchodzi, kierująca się łukowato po powierzchni tylnej kości wdół i dośrodkowo, listewkowata i chropowata wyniosłość — grzebień międzykrętarzowy *(crista intertrochanterica)*, kończący się u stożkowatego wzniesienia, położonego na powierzchni tylnoprzyśrodkowej kości, zwanego — krętarzem mniejszym *(trochanter minor s. trochanter tibialis)* (rys. 442).

Ten ostatni służy za miejsce przyczepu silnego mięśnia biodrowolędźwiowego *(m. iliopsoas)* mógłby więc również zwać się — guzem biodrowolędźwiowym *(tuber iliopsoadicum)*.

Od wierzchołka krętarza mniejszego ciągnie się ku górze, po powierzchni tylnej szyjki, aż po powierzchnię stawową główki wyraźny — grzebień szyjkowy tylny *(crista colli post.* R. P.).



Rys. 440A. Kość udowa c z ł o w i e k a, widziana od tyłu.

Podobny grzebień, ale niepomiernie lepiej rozwinięty, znajdujemy dośrodkowo od krętarza większego. Nazwiemy go — grzebieniem szyjkowym bocznym *(crista colli lat.* R. P.). Ciągnie się on od podstawy krętarza większego ku powierzchni stawowej główki tworząc ścianę przednią dołu krętarzowego. Obydwa grzebienie pełnią funkcję filarów zwiększających wytrzymałość szyjki.

Zestawiając wyniosłości kostne nasady górnej kości udowej z takiemiże wyniosłościami nasady górnej kości ramiennej, przychodzimy do wniosku, że są to zasadniczo twory analogiczne, które tylko zajęły odmienne położenie, naskutek wręcz odwrotnego obrotu kończyn.

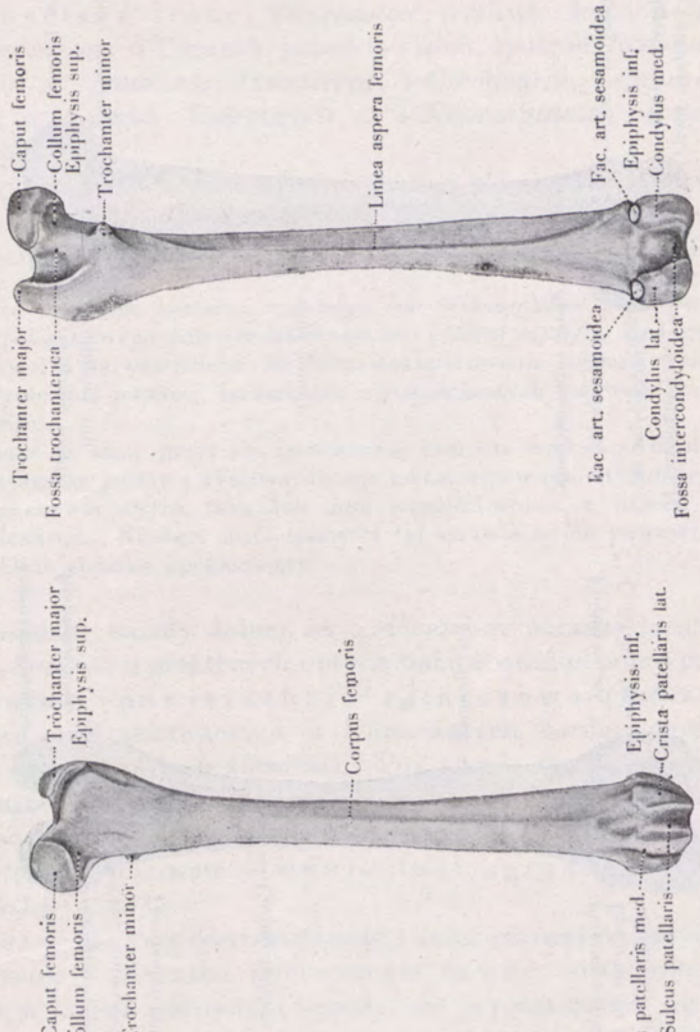
kość ramienna		kość udowa
tuberculum maj. s. tbc. radiale.	⟷	*trochanter min. s. trochanter tibialis.*
tuberculum min. s. tbc. ulnare.	⟷	*trochanter maj. s trochanter fibularis.*

Ze względu na to że w kości udowej krętarz większy jest zawsze mocniej rozwinięty od krętarza mniejszego (wynika to już z samych nazw!), powyższe więc zestawienie może służyć za przykład, jak odmiennym jest »odczyn« danej kości w zależności od jej ustawienia. Jeżeli chodzi o krętarz mniejszy, to należy zaznaczyć, iż stanowi on zakończenie spiralnie owijającej się po powierzchni przyśrodkowej szyjki nikłej, listewkowatej, — linji międzykrętarzowej *(linea intertrochanterica).*

Dośrodkowo od krętarza większego a bocznie od główki widnieje głęboki, i o nieprawidłowym zarysie, — dół krętarzowy *(fossa trochanterica)* (rys. 441), ograniczony od tyłu przez grzebień między krętarzowy a od przodu przez — grzebień szyjkowy boczny *(crista colli lat.).* Co się tyczy grzebienia międzykrętarzowego to należy zaznaczyć, iż niezawsze jednak dochodzi on do krętarza mniejszego niekiedy bowiem ulega on wcześniej stopniowemu zatarciu, co ma miejsce np. u Nieparzystokopytowców.

Badania nad rozwojem rodowym krętarzy wykazały, iż stanowią one pozostałość po silnie wyrażonym u gadów — grzebieniu przywodziciel i *(crista adductoria),* widniejącym na powierzchni brzusznej kości (rys. 439). Posiada on u nich kształt litery Y i jest wyrazem potężnego umięśnienia mającego za zadanie unoszenie ciężkiego tułowia. Przekształcenie kończyn czołgowych w typ kończyn nośnych spowodowało uwstecznienie odcinka dolnego owego grzebienia, z obu zaś jego ramion górnych powstały obydwa krętarze.

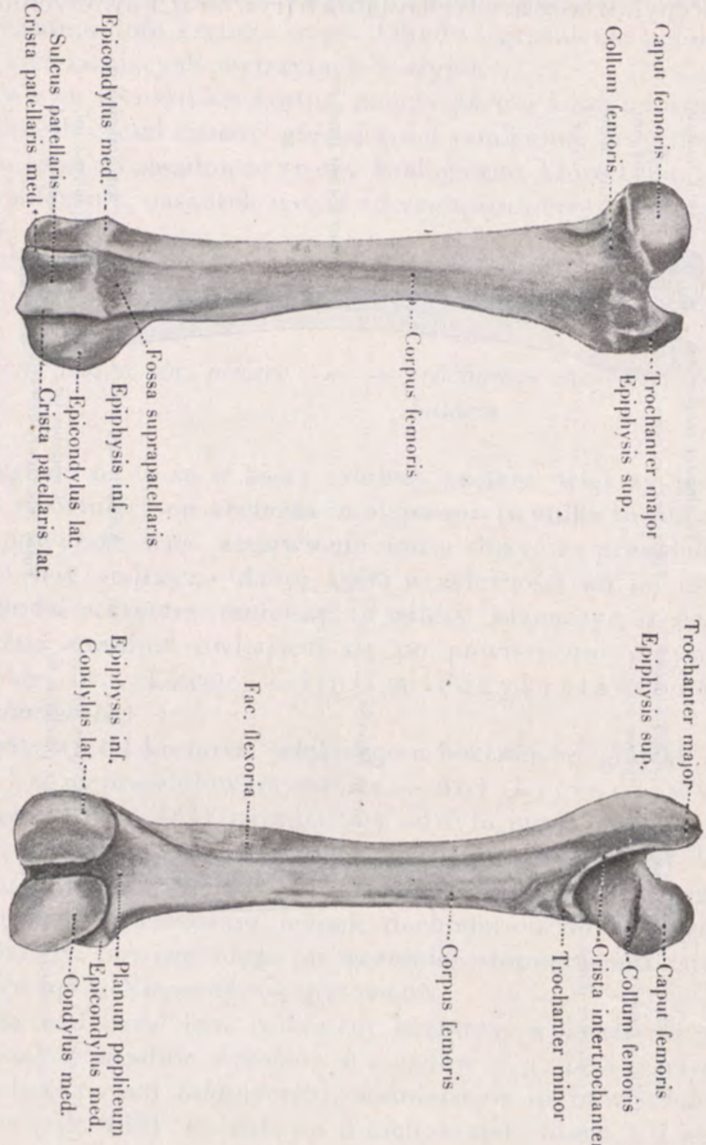
Trzon kości udowej *(corpus femoris)* ma kształt walca o powierzchni tylnej lekko spłaszczonej. U większości ssaków trzon ma postać wydłużoną, smukłą, u *Equidae* i *Bovinae* natomiast jest on krótki i krępy, zwłaszcza u tych ostatnich (rys. 444). Powierzchnia przed-



Rys. 441. Kość udowa psa, widziana od przodu (rysunek lewy) i od tyłu (rysunek prawy).

nia trzonu jest gładka natomiast wzdłuż jego powierzchni tylnej ciągnie się niska lecz szeroka, czasami niewyraźna, — linja chropowata *(linea aspera femoris)*, składająca się zasadniczo z dwóch równolegle

i blisko siebie położonych listewek: — w a r g i b o c z n e j *(labium lat.)* i — w a r g i p r z y ś r o d k o w e j *(labium med.)*, z których warga



Rys. 442. Kość udowa ś w i n i, widziana od przodu (rysunek lewy) i od tyłu (rysunek prawy).

boczna rozpoczyna się u podstawy krętarza większego, warga zaś przyśrodkowa od okolicy krętarza mniejszego. Wdole wargi rozchodzą

się zakreślając płaską, trójkątną powierzchnię — pole podkolanowe *(planum popliteum)* (rys. 442).

Odcinek górny wargi bocznej przedstawia często chropowate, dość rozległe, nabrzmienie — guzowatość pośladkową *(tuberositas glutaealis)*, wykształcającą się niekiedy w dobrze zarysowany wyrostek — krętarz trzeci *(trochanter tertius)*. Jest on wyjątkowo silnie wyrażony u licznych przedstawicieli zpośród *Rodentia, Duplicidentata*, u *Xenarthra, Insectivora*, ✝ *Creodontia, Lemuroidea, Tarsioidea*, a zpośród Kopytnych u ✝ *Notoungulata*, ✝ *Ancylopoda*, ✝ *Amblypoda*.

U *Equidae* przybiera on postać grubej blaszki, lekko zawiniętej ku przodowi, a widniejącej na powierzchni bocznej trzonu, nieco wdół od krętarza wielkiego (rys. 443 i 443A).

Stopień rozwoju krętarza trzeciego jest wskaźnikiem stanu wykształcenia mięśnia pośladkowego powierzchownego *(m. gluteus superf.)*. Zasługuje na uwagę, iż nawet u najwcześniejszych Parzystokopytowców krętarz trzeci występował jedynie pod postacią zaczątkową u współczesnych zaś wszelki ślad po nim się zatarł.

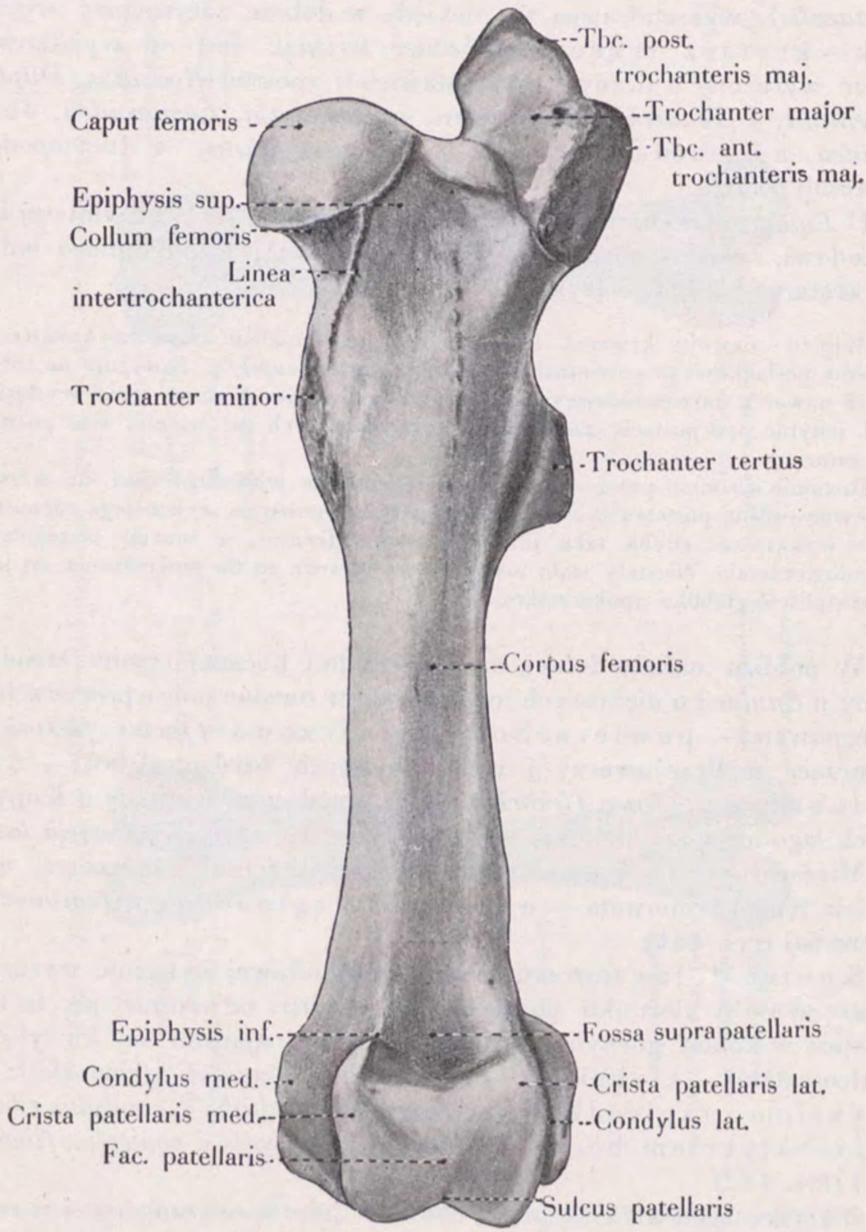
Rozumie się samo przez się, że obecność krętarza większego musi się wiązać z pewną ogólną postawą życiową danego ssaka, z pewnym stylem jego ruchów... Musi wykazywać chyba, taką lub inną współzależność, z innemi szczegółami osteologicznemi... Niestety mało mamy w tej sprawie co do powiedzenia, co jest niewątpliwie głęboko upokarzające.

W pobliżu nasady dolnej, na powierzchni bocznej trzonu znajdujemy u *Suidae* i u niektórych innych ssaków owalne pole o powierzchni chropowatej — powierzchnię zginaczową *(facies flexoria)*, tworzącą u Przeżuwaczy i u Koniowatych bardzo głęboki — dół zginaczowy *(fossa flexoria)*. Tuż przed nim widnieje u Kopytnych łagodne wzniesienie — wyniosłość boczna *(eminentia lat.)*. U Mięsożernych, w miejscu położenia powierzchni zginaczowej widnieje tępa, chropowata — wyniosłość zginaczowa *(eminentia flexoria)* (rys. 441).

Koniec dolny *(extremitas inf.)* kości udowej wykazuje wyrazne spłaszczenie w kierunku poprzecznym (a więc odwrotnie jak to ma miejsce w końcu górnym!) i kończy się wyginającemi się ku tylowi walcowatemi — kłykciami stawowemi *(condyli femorales)*: — kłykciem przyśrodkowym *(condylus medialis s. condylus tibialis)* i — kłykciem bocznym *(condylus lateralis s. condylus fibularis)* (rys. 442).

Z kłykci tych kłykieć przyśrodkowy jest zazwyczaj lepiej rozwinięty aniżeli kłykieć boczny (por. budowę nasady dolnej k. ramiennej!).

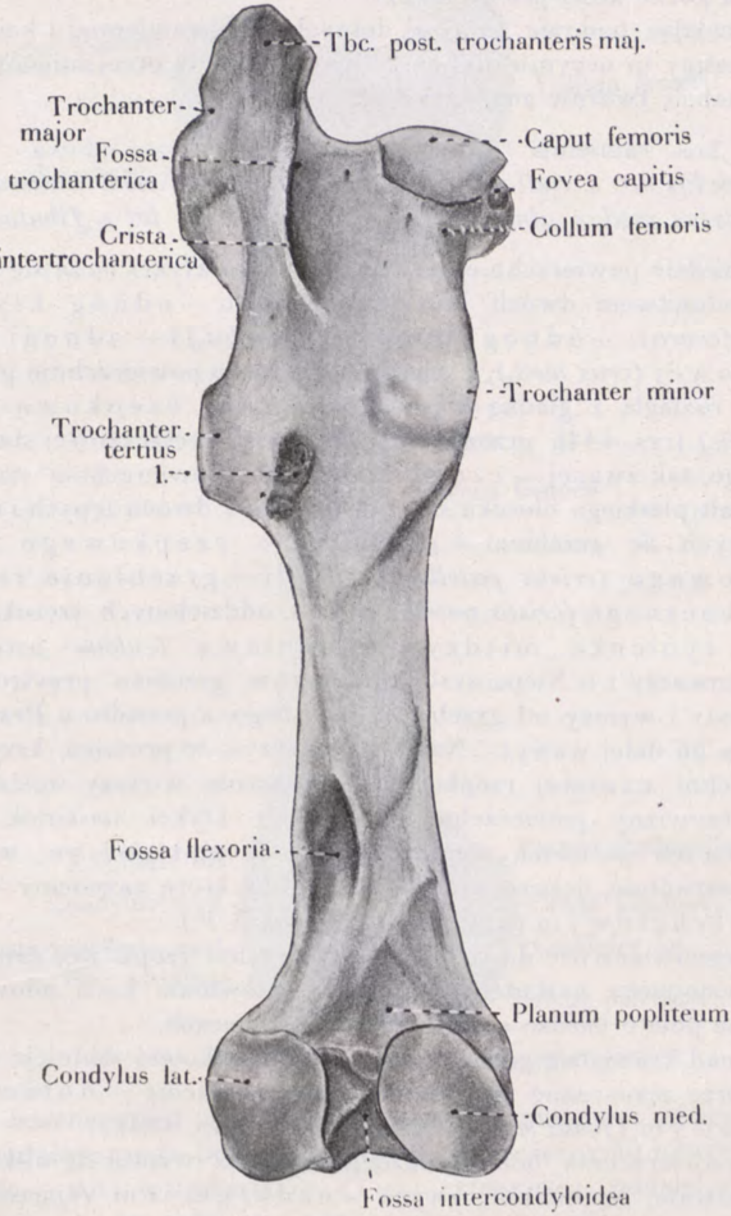
Przedziela je wtyle, głęboki i rozległy, — d ó ł m i ę d z y k ł y k c i o w y *(fossa intercondyloidea)* (rys. 443A), ograniczony od góry ostrą, łukowato przebiegającą, — k r a w ę d z i ą m i ę d z y k ł y k c i o w ą *(margo intercondyloideus* R. P.).



Rys. 443. Kość udowa k o n i a, widziana od przodu.

W ten sposób całą powierzchnię stawową nasady dolnej możnaby porównać do powierzchni walca ustawionego poprzecznie, z którego jednak została wypiłowana część środkowa (dół międzykłykciowy!).

Jeszcze u gadów kłykcie kości udowej zestawiały się z obiema kość-



Rys. 443A. Kość udowa k o n i a, widziana od tyłu.

mi goleni a mianowicie w ten sposób, że kłykieć przyśrodkowy łączył się z nasadą górną kości piszczelowej, kłykieć zaś boczny z nasadą górną kości strzałkowej (rys. 439)! U ssaków naskutek uwstecznienia kości strzałkowej obydwa kłykcie udowe wchodzą w łączność li tylko z nasadą górną kości piszczelowej.

Zestawiając budowę końców dolnych kości ramiennej i kości udowej, jakeśmy to uczynili dla ich końców górnych, otrzymujemy następującą tabelę tworów analogicznych.

kość ramienna	kość udowa
condylus lat. s. radialis	*condylus med. s. tibialis*
condylus med. s. ulnaris	*condylus lat s. fibularis.*

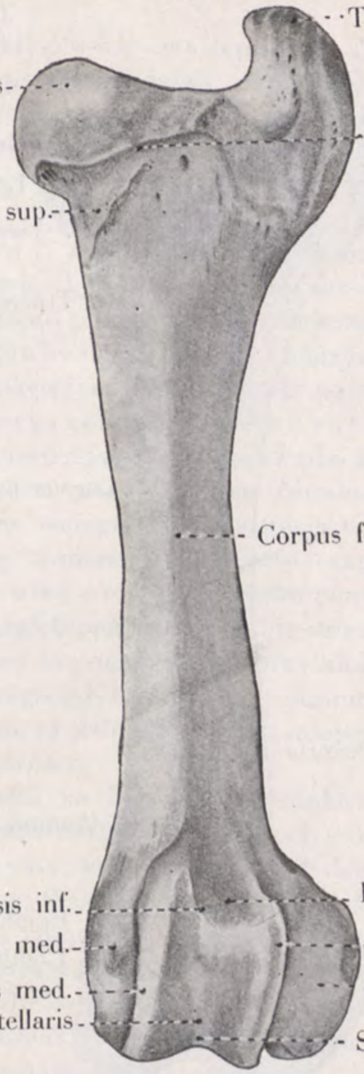
Naprzedzie powierzchnie stawowe obydwu kłykci łączą się ze sobą za pośrednictwem dwóch krótkich i gładkich — odnóg kłykciowych *(crura)*: — odnogi bocznej *(crus lat.)* i — odnogi przyśrodkowej *(crus med.)*, z sięgającą daleko na powierzchnię przednią nasady rozległą i gładką — powierzchnię rzepkową *(facies patellaris)* (rys. 444), przeznaczoną dla kości trzeszczkowej stawu kolanowego, tak zwanej — rzepki *(patella)*. Powierzchnia rzepkowa ma kształt płaskiego bloczka składającego się z dwóch tępych i ukośnie kierujących się grzebieni — grzebienia rzepkowego przyśrodkowego *(crista patellaris med.)* i — grzebienia rzepkowego bocznego *(crista patellaris lat.)*, oddzielonych szeroką i głęboką — rynienką międzygrzebieniową *(sulcus patellaris)*. U Przeżuwaczy i u Nieparzystokopytowców grzebień przyśrodkowy jest szerszy i wyższy od grzebienia bocznego, a ponadto u Przeżuwaczy sięga on dalej wzwyż. Należy zaznaczyć, że promień krzywizny powierzchni stawowej rzepkowej jest znacznie większy aniżeli promień krzywizny powierzchni stawowych kłykci naskutek czego w miejscu ich spotkania, mam na myśli odnogi kłykciowe, widnieje drobna zapadłość, dobrze widoczna z profilu, którą nazwiemy — progiem kłykciowym *(agger condyloideus* R. P.).

W przeciwieństwie do rozległej powierzchni rzepkowej czworonogich, u człowieka naskutek pionowego ustawienia kości udowej stanowi ona pole o bardzo ograniczonych rozmiarach.

Tuż nad krawędzią górną powierzchni rzepkowej widnieje płytkie lecz dobrze zaznaczone wgłębienie, które nazwiemy — dołem nadrzepkowym *(fossa suprapatellaris* R. P.) (rys. 444).

Nad powierzchnią boczną każdego z kłykci wznosi się niska, tępa i chropowata, wyniosłość zwana — nadkłykciem *(epicondylus)*, służąca za przyczep dla układu zespołu stawu kolanowego (rys. 444).

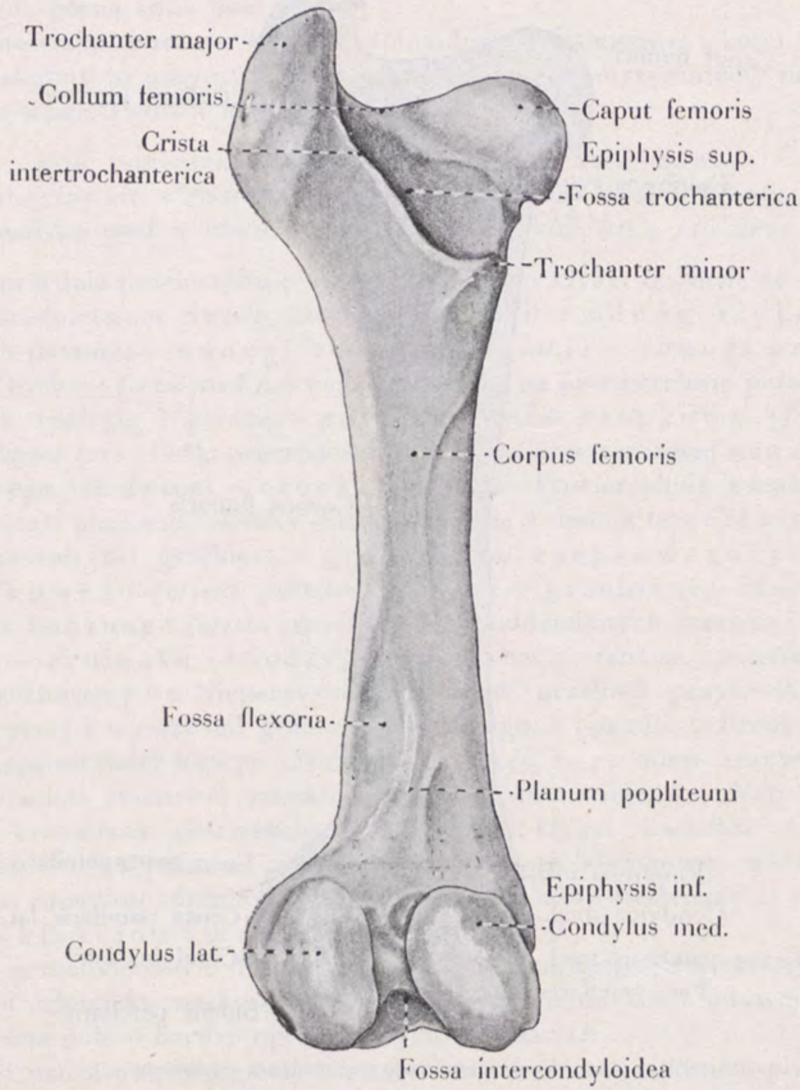
U *Hominidae* — nadkłykieć przyśrodkowy *(epicondylus med.)* jest znacznie lepiej rozwinięty aniżeli — nadkłykieć boczny *(epicontylus lat.)* natomiast u Kopytnych przewaga ze strony nad-



Rys. 444. Kość udowa krowy, widziana od przodu.

kłykcia bocznego jest uderzająca. Poniżej i ku przodowi od tego ostatniego widnieje często (np. u Kopytnych, Mięsożernych) niewielkie zagłębienie — dół wyprostny *(fossa extensoria)*, oddzielony ostrą krawędzią od odnogi bocznej powierzchni rzepkowej.

Ku tyłowi od dołu wyprostnego, a więc już w obrębie samego nadkłykcia, można znaleźć rozległy wycisk, stanowiący miejsce przyczepu mięśnia podkolanowego t. zw. — d ó ł m i ę ś n i a p o d k o l a n o w e g o *(fossa m. poplitei)*.



Rys. 444A. Kość udowa k r o w y, widziana od tyłu.

T r z e s z c z k i n a d k ł y k c i o w e *(ossicula supracondyloidea s. fabellae; ossicula poplitea)*. Pod nazwą tą rozumiemy trzeszczki, rozwijające się w łonie ścięgien początkowych obydwu głów mięśnia brzu-

chatego, a które zestawiają się z drobnemi, płaskiemi,— powierzchniami stawowemi trzeszczkowemi (*facc. art. sesamoideae* R. P.), widniejącemi wtyle tuż nad powierzchniami stawowemi kłykci udowych (rys. 441).

Trzeszczki nadkłykciowe występują u Naczelnych, u Gryzoni i u Mięsożernych, przyczem jeżeli chodzi o te ostatnie to obecność powierzchni trzeszczkowych na kości udowej stanowi ważną oznakę, ułatwiającą odróżnienie kości udowej Mięsożernych od kości udowej małych Przeżuwaczy.

Staw biodrowy (*art. coxae*) jest stawem jamowym typu kulistego, łączącym panewkę kości miednicznej (*acetabulum*) z główką kości udowej. Zarówno pod względem umieszczenia jak i budowy odpowiada on więc stawowi barkowemu kończyny przedniej.

Powierzchnię półksiężycowatą panewki powiększa, acz w znikomym stopniu, kulista listewka chrząstkowa — obrąbek stawowy (*labrum glenoidale*), przytwierdzający się do krawędzi kostnej panewki. Po dojściu do brzegu wcięcia panewkowego obrąbek przechodzi nakształt mostu ponad owem wcięciem pod postacią t. zw. — więzadła poprzecznego (*lig. transversum*), przeistaczając owe wcięcie w wąski — otwór panewkowy (*for. acetabulare*).

W ten sposób pogłębiona panewka nie mieści w sobie jednak całej główki kości udowej co, oczywiście, sprzyjałoby dość wielkiej swobodzie stawu biodrowego, gdyby nie silne mięśnie sąsiadujące ze stawem, a które, i tym razem, są jednym z najważniejszych czynników hamujących ruchomość stawową.

Jamę stawową zamyka b. luźna i stosunkowo cienka — torebka włóknista (*capsula articularis*), której ścianę przednią wzmacnia u człowieka niezwykle ważne pod względem statycznym — więz. biodrowoudowe Bertiniego (*lig. iliofemorale s. lig. Bertini*). We wnętrzu stawu znajdujemy powrózkowate — więz. obłe (*lig. teres*), ciągnące się, nakształt taśmy, od dołka główki k. udowej, poprzez otwór panewkowy do panewki, gdzie kończy się na dnie dołu panewkowego (*fossa acetabuli*). Znaczenie morfologiczne więzadła obłego nie jest dotychczas ostatecznie wyjaśnione.

U Jednokopytowców do więzadła obłego dołącza się swoiste pasmo ścięgniste odchodzące od m. prostego brzucha t. zw. — więz. dodatkowe (*lig. accessorium*), a które łączy się we wcięciu panewkowem z więzadłem obłem i wraz z niem się kończy.

Dla ścisłości należy zaznaczyć, że zarówno obydwa więzadła jak i dno dołu panewkowego są zawsze powleczone błoną maziową, z cze-

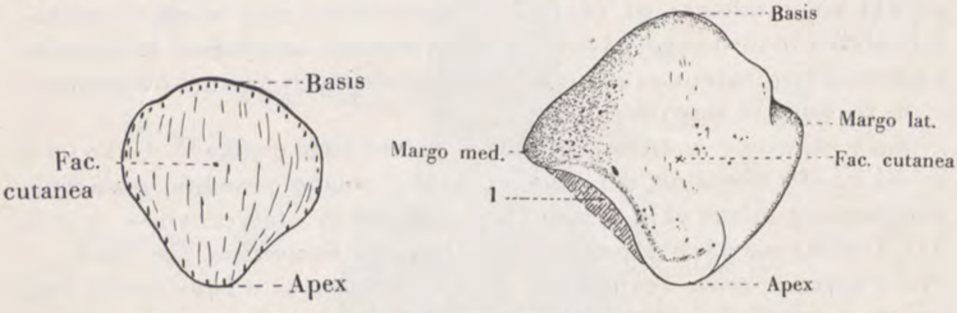
go wynika, iż pomimo pozorów są one tworami — zewnątrzstawowemi *(organa extraarticularia)*.

Mechanika stawu biodrowego. W stawie biodrowym, jak w każdym stawie kulistym, mogą zachodzić trzy rodzaje ruchów: 1)—zginanie albo — wysunięcie *(flexio s. anteversio)* i — prostowanie czyli — cofnięcie *(extensio s. retroversio)*; 2)—przywodzenie *(adductio)* i — odwodzenie *(abductio)* i wreszcie 3)—ruchy obrotowe: — obrót boczny i — obrót przyśrodkowy *(rotatio)*.

Tego rodzaju ruchomość występuje jednak jedynie u ssaków prowadzących bytowanie nadrzewne, wzgl. które okres ten przebyły stosunkowo niedawno (np. *Hominidae)*, u pozostałych bowiem zarówno ruchy: przywodzenia — odwodzenia jak i ruchy obrotowe są nieomal całkowicie zniesione! Z powyższego wynika, że praktycznie rzecz biorąc, kulisty staw biodrowy upodabnia się, pod względem czynnościowym, do jednoosiowego stawu bloczkowego. I na tym więc stawie zaciążyło prawo polaryzacji, sprowadzające głębokie zmiany w ukształtowaniu oraz w mechanice kończyn typu wyraźnie nośnego.

Wiele przemawia za tem, że ruchy odwodzenia-przywodzenia w typie kończyn podporowonośnych są lepiej zachowane u samic aniżeli u samców. Stałoby to, oczywiście, w ścisłym związku z mechanizmem oddawania moczu, spółkowania i aktem porodu.

Rzepka *(patella)* jest trzeszczką rozwijającą się w ścięgnie mięśnia czworogłowego uda, morfologiczne znaczenie której, jak wogóle treszczek, nie zostało dotychczas ostatecznie wyjaśnione. Mojem zdaniem



Rys. 445. Rzepki: człowieka (lewy rysunek od widza) i konia (rysunek prawy). 1 — *cartilago semilunaris)*.

jest ona wynikiem działalności składowej siły mięśnia czworogłowego uda *(quadriceps femoris)* wywierającej ciśnienie w kierunku strzałkowym (od przodu ku tyłowi!), na okolicę stawu kolanowego. Pojawia się ona poraz pierwszy u niektórych gadów, jest zatem zjawiskiem dosyć późnem.

Rzepka ma kształt trójkątnej, grubej płytki, spoczywającej na powierzchni rzepkowej kości udowej. W rzepce rozróżniamy: szeroką

krawędź górną — podstawę *(basis patellae)*, dwie krawędzie poboczne: — krawędź boczną i — krawędź przyśrodkową *(margo lat.* et *margo med.)* i wreszcie ostry — wierzchołek *(apex patellae)*, skierowany ku dołowi (rys. 445). U Świniowatych i u Mięsożernych rzepka posiada pokrój wydłużony co powoduje iż szerokość jej podstawy nie wiele się różni od szerokości wierzchołka.

Z dwóch powierzchni rzepki jedna jest zwrócona ku przodowi, a więc ku skórze, — powierzchnia przednia albo — skórna *(facies ant. s. cutanea)*, druga zaś ku tyłowi — powierzchnia udowa *(facies femoralis)*. Jak z samej nazwy wynika, powierzchnia udowa styka się z powierzchnią rzepkową kości udowej i ma kształt dwóch rynienek, przedzielonych wystającym, podłużnym, tępym grzebieniem, i tylko u Mięsożernych jest wklęsła w kierunku pionowym a wypukła w kierunku poprzecznym.

U Przeżuwaczy i u Nieparzystokopytowców na kącie przyśrodkowym podstawy widnieje wąska — chrząstka półksiężycowata *(cartilago semilunaris)*, ulegająca skostnieniu u osobników starszych (rys. 445).

3. Kościec goleni.

(Ossa cruris s. zeugopodium post.).

W skład goleni wchodzą dwie kości długie, z których jedna — kość piszczelowa *(tibia)* jest położona po stronie przyśrodkowej, druga zaś — kość strzałkowa *(fibula)* zajmuje część boczną goleni. Przedziela je wąska — przestrzeń międzykostna *(spatium interosseum)*, zupełnie podobna do przestrzeni międzykostnej podramienia (rys. 446).

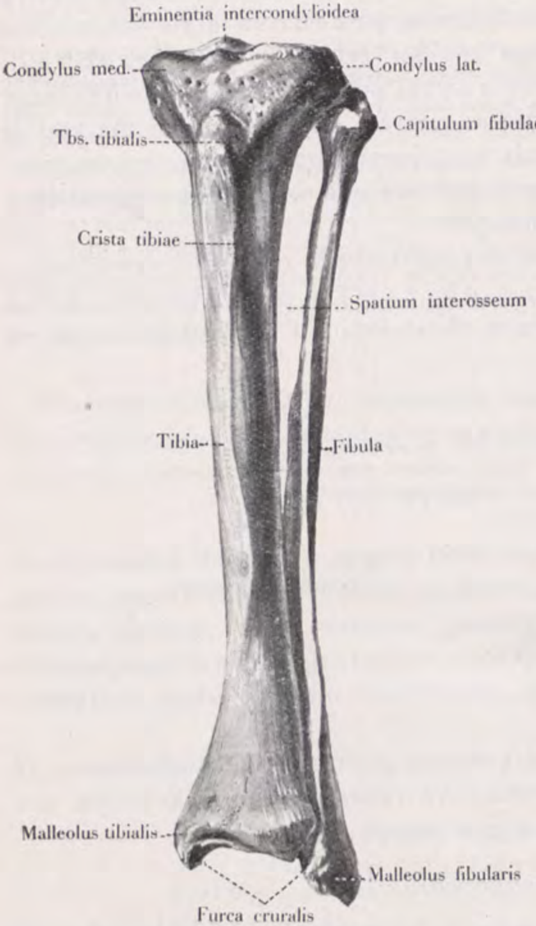
Porównując kościec goleni z kośćcem podramienia stwierdzamy, iż zasadniczy plan budowy tych odcinków *(zeugopodium!)* kończyn jest bardzo zbliżony i daje się zestawić w sposób następujący:

podramię	*(zeugopodium)*	goleń
k. promieniowa		k. piszczelowa
k. łokciowa		k. strzałkowa.

Rzecz zastanowienia godna, że równoważnik kości łokciowej podramienia — kość strzałkowa goleni, równie często jak i kość łokciowa ulega uwstecznieniu, tym razem oczywiście na korzyść kości piszczelowej! Ale co dziwniejsza, nawet w tych przypadkach (Naczelne, Mięsożerne, Świniowate) kiedy kość strzałkowa jest względnie dobrze

zachowana, to jednak zawsze znacznie ustępuje pod względem grubości kości piszczelowej i nigdy (za wyjątkiem Stekowców) nie zestawia się bezpośrednio z kością udową (rys. 446).

Inaczej się sprawa przedstawia u płazogadów, u których kość strzałkowa zawsze nawiązuje bezpośrednią łączność z kłykciem bocznym kości udowej. Z powyższego wynika, że z dwóch kości goleni, rola mechaniczna kości piszczelowej ssaków jest bez porównania większa, ona to bowiem jest jedyną przenosicielką ciśnienia, wywieranego przez kość udową na kości stępu.



Rys. 446. Kościec goleni człowieka.
Jak widać, u *Hominidae* i u *Primates* przewaga po stronie kości piszczelowej jest zupełnie wyraźna, temniemniej i kość strzałkowa *(fibula)* nie wykazuje daleko idącego uwstecznienia. Że ono jest jednak, dowodem tego nietylko jej szczupłe rozmiary ale ponadto lekkie przesunięcie jej ku tyłowi, w stosunku do kości piszczelowej (por. z rys. 447).

Kościec goleni tylko u człowieka posiada położenie pionowe u innych ssaków bowiem jest on ustawiony ukośnie, kierując się wdół i ku tyłowi (rys. 291). Kąt nachylenia goleni w stosunku do poziomu wynosi przeciętnie 70^0.

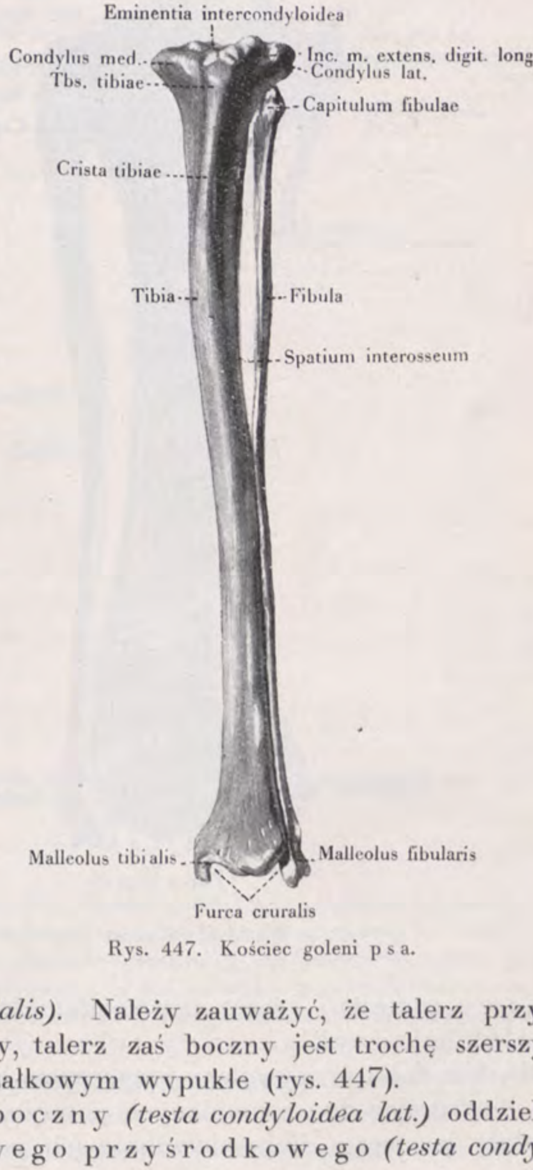
U Lądowców pierwotnych (np. u ✝*Stegocephala)* końce dolne kości goleni są oddzielone od siebie przez—kość pośrednią *(intermedium)*, która u ssaków ulega przemieszczeniu i zcaleniu z jedną z kości stępu. Stwierdzamy więc tutaj analogiczny układ stosunków jakiego byliśmy świadkami w obrębie podramienia (rys. 267).

a. Kość piszczelowa *(tibia)* ma kształt wydłużonej piramidy trójściennej, o podstawie zwróconej ku górze, na której

wspiera się kość udowa i o ściętym wierzchołku osadzonym na kości skokowej stępu *(talus)* (rys. 446 i 447).

Zazwyczaj cała kość wykazuje lekkie esowate wygięcie w ten sposób, że część górna odchyla się dośrodkowo, część dolna zaś w kierunku bocznym. Możemy to stwierdzić bardzo wyraźnie u człowieka wodząc palcem po skórze okrywającej krawędź przednią kości.

Zgrubiały, o trójkątnym zarysie i o podstawie zwróconej ku tyłowi, — koniec górny *(extremitas sup.)* składa się z dwóch symetrycznych — kłykci piszczelowych *(condyli tibiales)*: niewyraźnie odgraniczonego — kłykcia przyśrodkowego *(condylus med.)* i, zestawiającego się z nasadą górną kości strzałkowej i nieco wyginającego się ku tyłowi, — kłykcia bocznego *(condylus lat.)* (rys. 447).

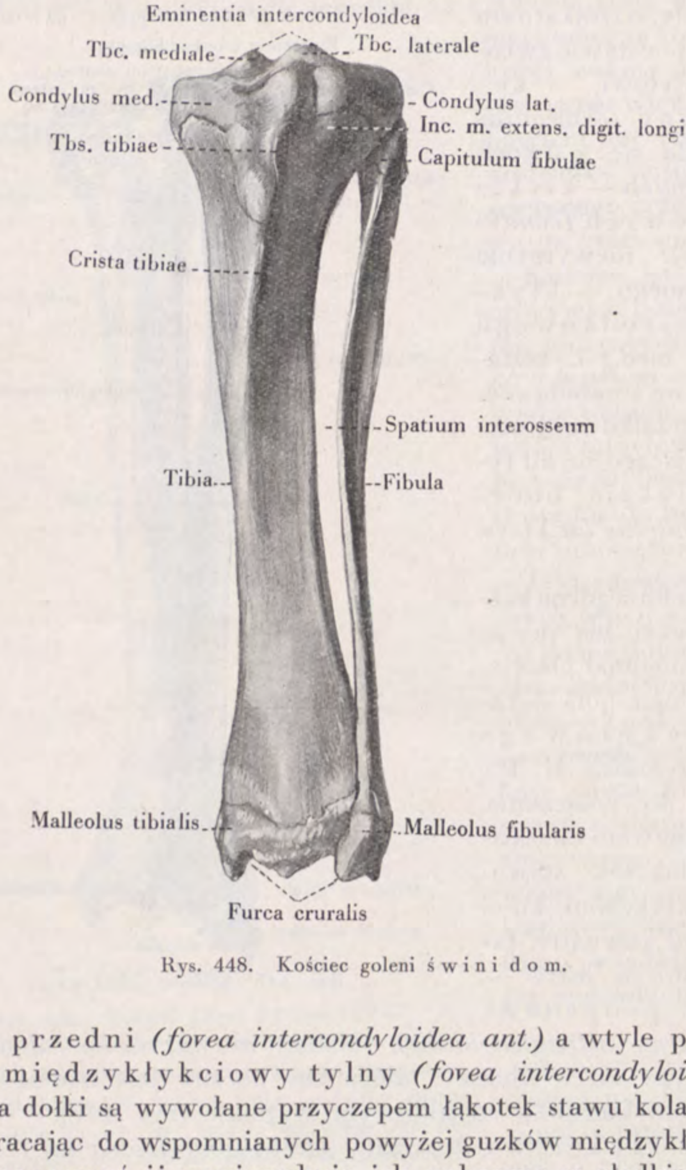


Rys. 447. Kościec goleni psa.

Powierzchnia górna każdego z kłykci ma postać owalnego, nieomal płaskiego i gładkiego, pola — talerza kłykciowego *(testa condyloidea* R. P.), służącego do połączenia, za pośrednictwem chrząstkowych łąkotek stawowych, z kłykciami kości udowej. Od zewnątrz talerze ogranicza ostra — krawędź podpanewkowa *(margo infraglenoidalis)*. Należy zauważyć, że talerz przyśrodkowy jest nieco dłuższy, talerz zaś boczny jest trochę szerszy. Obydwa są w kierunku strzałkowym wypukłe (rys. 447).

Talerz kłykciowy boczny *(testa condyloidea lat.)* oddziela od — talerza kłykciowego przyśrodkowego *(testa condy-*

loidea med.) stożkowata — wyniosłość międzykłykciowa *(eminentia intercondyloidea)*, składająca się z dwóch drobnych guzków symetrycznych: — guzka bocznego *(tuberculum lat.)* i — guzka przyśrodkowego *(tuberculum med.)* (rys. 448). Ku przodowi od wyniosłości międzykłykciowych widnieje — dołek międzykłykciowy przedni *(fovea intercondyloidea ant.)* a wtyle podobny — dołek międzykłykciowy tylny *(fovea intercondyloidea post.)*. Obydwa dołki są wywołane przyczepem łąkotek stawu kolanowego.

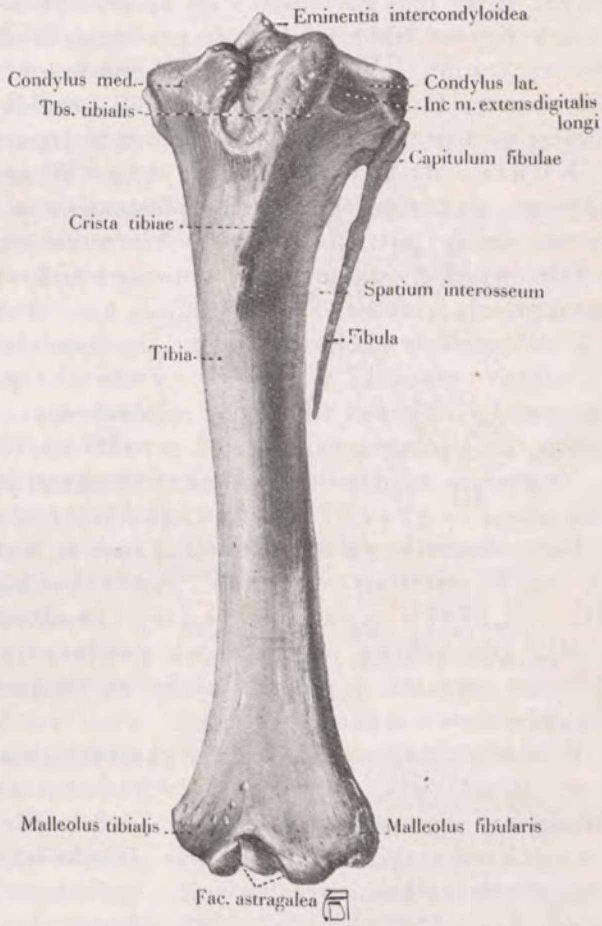


Rys. 448. Kościec goleni świni dom.

Powracając do wspomnianych powyżej guzków międzykłykciowych należy zaznaczyć, iż powierzchnie ich poboczne są gładkie, wykazują

łagodny spadek w kierunku odpowiedniego talerza i wchodzą w skład powierzchni stawowych kości piszczelowej.

Powierzchnię tylną nasady żłobi głęboka — rynienka podkolanowa *(incisura poplitea)*, wciskająca się pomiędzy obydwa kłykcie, na powierzchni zaś przedniej nasady wznosi się silna — guzowatość piszczelowa *(tuberositas tibiae)* ku dołowi przechodząca w ostry — grzebień piszczelowy *(crista tibiae)*, tworzący krawędź przednią trzonu kości. Między guzowatością piszczelową i kłykciem bocznym widnieje głębokie — wcięcie prostownika palcowego długiego *(incisura m. extensoris digitalis longi)*, służące do pomieszczenia ścięgna początkowego owego mięśnia. Nieco wtyle, a więc już w obrębie kłykcia bocznego, znajdujemy owalne, płaskie, wgłębienie w którem spoczywa główka kości strzałkowej — dołek strzałkowy *(fovea fibularis)* (rys. 449).



Rys. 449. Kościec goleni konia, widziany od przodu. U Koniowatych uwstecznienie kości strzałkowej jest daleko posunięte, albowiem pozostaje z niej jedynie jej koniec górny i koniec dolny a to pod postacią — kostki strzałkowej *(malleolus fibularis)*, zrośniętej ściśle z końcem dolnym piszczeli.

Trzon kości piszczelowej *(corpus tibiae)* ma postać pryzmatu o płaskiej lub lekko wysklepionej — powierzchni przyśrodkowej *(facies medialis)*, wyżłobionej — powierzchni bocznej *(facies lat.)* i wreszcie płaskiej i pokrytej licznemi, pionowo ciągnącemi się —

listewkami mięśniowemi *(lineae musculares)* — powierzchni tylnej *(facies post).* Zasługuje na uwagę, że powierzchnia przyśrodkowa trzonu styka się bezpośrednio ze skórą i że przeto najbardziej jest wystawiona na wszelkiego rodzaju urazy. Powierzchnię przyśrodkową od powierzchni bocznej oddziela wspomniany powyżej, ostry lecz zacierający się ku dołowi, — grzebień piszczelowy *(crista tibiae).* Tak się przedstawia układ stosunków w części górnej trzonu. W części dolnej, naskutek wygładzenia krawędzi, a zwłaszcza krawędzi przedniej czyli grzebienia piszczelowego, kość piszczelowa przybiera kształt walcowaty (rys. 446).

Koniec dolny *(extremitas inf.).* W przeciwieństwie do końca górnego, wykazującego pewne spłaszczenie w kierunku poprzecznym, koniec dolny jest spłaszczony w kierunku strzałkowym i kończy się wdole wklęsłą, stawową, — powierzchnią skokową *(facies astragalea),* widełkowato obejmującą kość skokową stępu *(talus).*

Powierzchnia skokowa składa się, zasadniczo, z dwóch głębokich i gładkich rynienek: wąskiej — rynienki przyśrodkowej *(sulcus med.)* i szerokiej i bardziej spłaszczonej — rynienki bocznej *(sulcus lat.),* ciągnących się od przodu ku tyłowi i lekko wbok.

Na granicy między obydwiema rynienkami jest położony szeroki i raczej płaski — grzebień strzałkowy *(crista sagittalis).*

Część dośrodkowa nasady dolnej tworzy nabrzmienie, opuszczające się wdół, nakształt wyrostka. Jest to — kostka piszczelowa albo — kostka przyśrodkowa *(malleolus tibialis)* (rys. 448). Kostka piszczelowa pogłębia swą powierzchnią boczną powierzchnią skokową piszczeli a ponadto służy za miejsce przyczepu dla silnych więzadeł stawu skokowego.

Powierzchnia boczna nasady wykazuje, u ssaków o nieuwstecznionej kości strzałkowej, podłużne — wcięcie strzałkowe *(incisura fibularis),* opatrzone walcowatą — powierzchnią stawową strzałkową *(facies articularis fibularis),* służącą do połączenia z nasadą dolną kości strzałkowej.

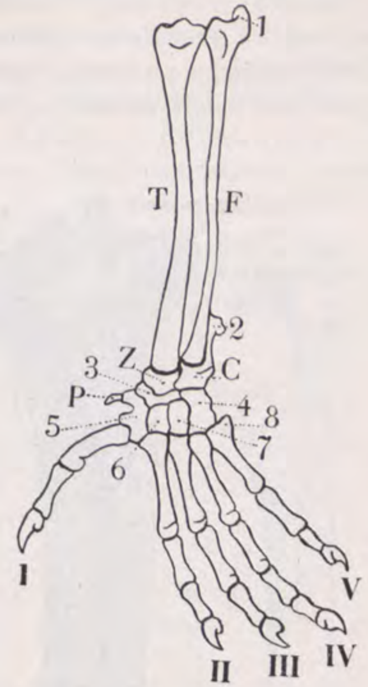
b. Kość strzałkowa *(fibula).* W miarę przeobrażania się kończyny czołgowej w typ kończyny nośnej, rola kości strzałkowej staje się coraz mniejsza, wykazując szereg cech uwstecznienia, wyrażających się w: utracie bezpośredniego zetknięcia z kością udową, w dążności do wycofania się z wszelkiego bezpośredniego związku z kośćmi stępu, w znacznem zcienieniu całej kości mogącem doprowadzić do całkowitego zaniku jej trzonu (Przeżuwacze) i wreszcie w skłonności do zrostu, na większej lub mniejszej przestrzeni, z kością piszczelową!

Jeżeli chodzi o ten ostatni objaw, to stosunki mogą przyjmować następujące postacie: 1) k. strzałkowa jest zupełnie wolna (*Monotremata, Marsupialia, Xenarthra, ✝ Protungulata, Fissipedia, Proboscidea, Lemuroidea, Anthropoidea, Hominidae)*; 2) kość strzałkowa zrasta się swym końcem dolnym z kością piszczelową (np. u *Tarsioidea, Erinaceidae, Talpidae, Soricidae)*; 3) k. strzałkowa zrasta się z piszczelą wgórze (np. *Paraxonia)*; 4) k. strzałkowa zrasta się wgórze i wdole z piszczelą, trzon jeden jej pozostaje wolny (np. u wielu zpośród *Rodentia)*.

Do zjawisk rzadkich należy zachowanie ruchomości k. strzałkowej w stosunku do k. piszczelowej co stwierdzamy u *Didelphyidae* (rys. 450) u *Phascolarctidae* i u *Bradypodidae* oraz zupełne uwstecznienie części górnej k. strzałkowej, które stwierdzamy u licznych przedstawicieli Rękoskrzydłych. Czy należy tutaj dodać że, poza wymienionemi ssakami, kość strzałkowa jest związana nieruchomo, silnemi pasmami więzadłowemi z kością piszczelową, czyli innemi słowy wzajemna przesuwalność składników goleni jest żadna! Porównując stan ten ze stanem w podramieniu należy stwierdzić że układ stosunków w goleni wykazuje większe odstępstwo od stosunków pierwotnych, aniżeli ma to miejsce w *zeugopodium* przedniem.

W ogromnej większości przypadków sprawa uwsteczniania się kości strzałkowej posuwa się od dołu ku górze zaoszczędzając jej koniec górny.

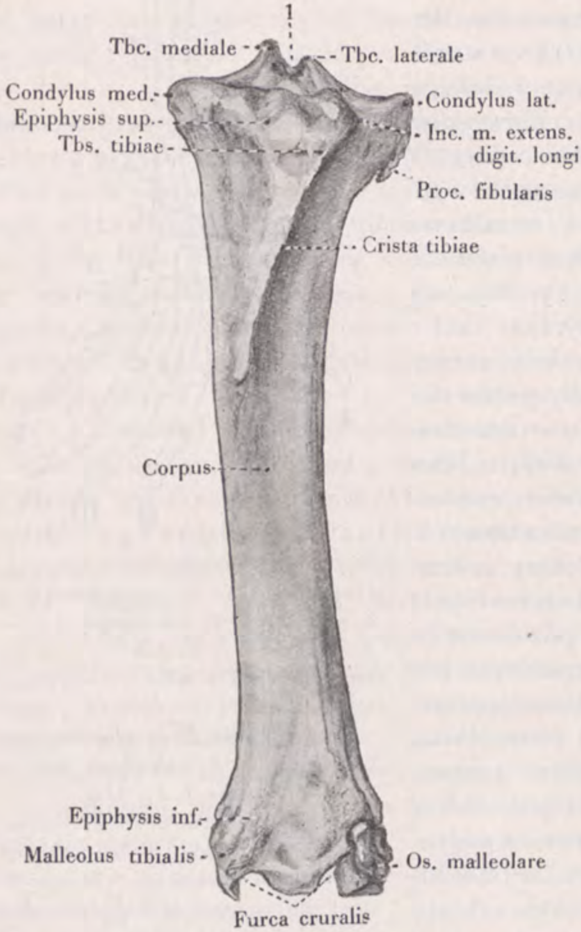
Jako całość, kość strzałkowa ma kształt smukłej listewki przylegającej obu swemi końcami do kości piszczelowej (rys. 450).



Rys. 450. *Didelphys marsupialis* (wg. Gregory'ego). T — k. piszczelowa; F — k. strzałkowa; C — k. piętowa; P — *praehallux;* Z — k. skokowa; 1 — *peronecranon;* T — *tibia;* F — *fibula;* C — *calcaneus;* Z — *talus;* P — *sesamoideum tibiale;* 2 — *tuber calcanei;* 3—*naviculare;* 4—*cuboideum;* 5,6,7 — *tarsalia I, II, III.*

U Torbaczy uderza, przedewszystkiem, stan kości strzałkowej (F) która jest nietylko dobrze rozwinięta *(peronocranon)* ale ponadto wchodzi w bezpośredni związek z k. udową i z k. p i ę t o w ą (!). Niemniej ważną cechę stanowi, dalej, zachowanie ruchomości w stosunku do k. piszczelowej, który to objaw występuje niezmiernie rzadko u ssaków. Wszystko to razem wskazuje na układ stosunków pierwotny a który podlega radykalnej zmianie u ssaków wyższych, między innemi przez przesunięcie się kości piętowej(C) p o d(!) kość skokową (Z).

Koniec górny *(extremitas sup.)* zwany również — główką strzałki *(capitulum fibulae)* łączy się z dołkiem strzałkowym kłykcia bocznego piszczeli i tylko u Przeżuwaczy, wykazujących b. daleko posunięty zanik strzałki, główka zrasta się z kłykciem bocznym kości piszczelowej tworząc na nim krótki, kolcowaty, — wyrostek strzałkowy *(proc. fibularis)* (rys. 451).



Rys. 451. Kościec goleni krowy, widziany od przodu. Tym razem z całej kości strzałkowej pozostaje li tylko nikły — *proc. fibularis,* przytwierdzony do końca górnego kości piszczelowej oraz *os malleolare,* połączone więzozrostowo z dolnym końcem piszczeli.

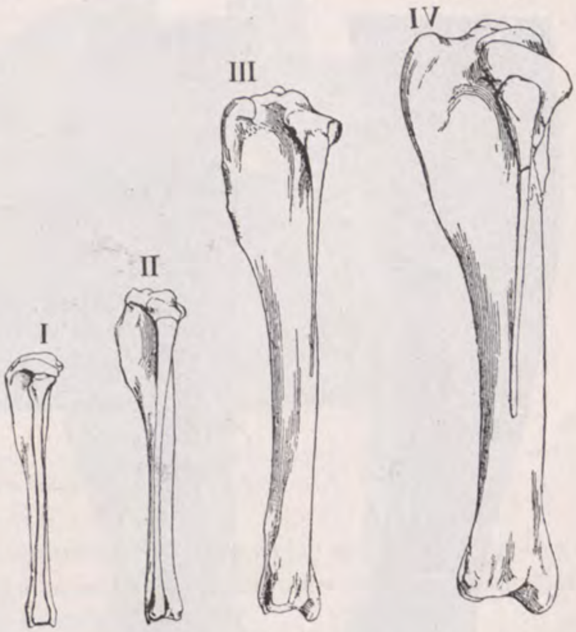
U Stekowców i u Torbaczy nasada górna bywa wyposażona w silny wyrorostek wstępujący — peronecranon, przypominający wyrostek łokciowy *(olecranon)* kości łokciowej.

Rylcowaty — trzon *(corpus)* kości strzałkowej jest oddzielony od trzonu kości piszczelowej przez wąską — przestrzeń międzykostną *(spatium interosseum)* (rys. 448), wypełnioną u ssaków z zachowanemi częściami miękkiemi, przez więzozrost — błonę międzykostną *(membrana interossea)*. Stan rozwoju trzonu zależy od swobody ruchów stawów stopy i od stopnia strącenia palców. I tak, u Naczelnych, u Mięsożernych a zpośród Kopytnych u Świniowatych, trzon jest dobrze wyrażony choć np. u Mięsożernych (rys. 447) częścią swą dolną mocno przylega on do kości piszczelowej, natomiast u Nieparzystokopytowców z całego trzonu pozostaje li tylko jego część górna. I wreszcie ta

ostatnia ginie u Przeżuwaczy, których cechą charakterystyczną, wobec powyższego, jest obecność strzałki beztrzonowej (rys. 451).

K o n i e c d o l n y *(extremitas inf.)*, umieszczony we wcięciu strzałkowem piszczeli, przybiera postać grubego, schodzącego dość nisko, wyrostka zwanego — k o s t k ą s t r z a ł k o w ą albo — k o s t k ą b o c z n ą *(malleolus fibularis)* (rys. 446). Kostka strzałkowa tworzy, wraz z powierzchnią skokową piszczeli i kostką piszczelową rodzaj wideł, obejmujących z boków i od góry bloczek kości skokowej, — k l a m r ę g o l e n i o w ą *(furca cruralis* R. P.) (rys. 455).

U Przeżuwaczy koniec dolny widnieje jako kość oddzielna — s t r z a ł e c z k a *(os malleolare* J. Cuvier) podwieszona na włóknistym powrózku, stanowiącym pozostałość po trzonie (rys. 451). Zasługuje na uwagę, iż strzałeczka posiada specjalną powierzchnię stawową do połączenia z kością piętową *(calcaneus s. os tarsi fibulare)* (rys. 455), co przypomina stosunki spotykane u niższych kręgowców lądowych (płazy, gady). Stanowi to, oczywiście, cechą pierwotną.



Rys. 452. Przebieg uwstecznianía się k. strzałkowej w rodzie Koniowatych.
I — ✝*Eohippus;* II — ✝*Mesohippus;* III — ✝*Meryhippus;* IV — *Equus caballus.* (wg. W. D. Matthew).

U Koniowatych uwstecznienie końca dolnego doprowadziło do zrostu jego (w pierwszym roku życia) z końcem dolnym kości piszczelowej tworząc tu niewielką wyniosłość odpowiadającą — k o s t c e s t r z a ł k o w e j *(malleolus fibularis)* (rys. 449). U królika cała część dolna strzałki zrasta się z powierzchnią boczną piszczeli.

S t a w k o l a n o w y *(articulatio genu)* jest stawem jamowym, zbliżonym do ukształtowania typu zawiasowego *(ginglymus)*, a o budowie bardzo zawiłej.

W skład stawu wchodzą: — kłykcie i — powierzchnia rzepkowa kości udowej, — talerze kłykciowe kości piszczelowej *(testae condyloideae tibiae)* i — powierzchnia udowa rzepki.

Każdy z kłykci kości udowej wraz z odnośnym talerzem kości piszczelowej jest otoczony cylindryczną torebką stawową, przymocowywującą się wgórze na obwodzie powierzchni stawowej kłykcia, wdole zaś na krawędzi podpanewkowej talerza *(margo infraglenoidalis)*. W ten sposób powstają dwie niezależne (Nawez 1920) jamy stawowe: — komora boczna *(camera lat.)* i — komora przyśrodkowa *(camera med.)*, oddzielone od siebie cienką, pośrodkowo ustawioną, — przegrodą międzystawową *(septum interarticulare)*, złożoną ze ścian dośrodkowych obu torebek stawowych.



Rys. 453. Rzadki przypadek obustronnego, wrodzonego uwstecznienia kości strzałkowej u człowieka.
(Ze zbiorów rentgenologicznych Zakładu Anatomji Opisowej U. W.).

U *Hominidae* w części przedniej przegrody międzystawowej istnieje stale otwór, łączący jamę stawową przyśrodkową z jamą stawową boczną naskutek czego jama stawowa stanowi jedną całość. Część tylna przegrody międzystawowej jest zawsze zgrubiała tworząc t. zw. — więzadła krzyżowe *(ligg. cruciata)* o których będzie mowa poniżej.

Stosunkowo cienką torebkę stawową wzmacniają dwa więzadła poboczne, z których — więz. poboczne piszczelowe albo — przyśrodkowe *(lig. collaterale tibiale)* rozpoczyna się na nadkłykciu przyśrodkowym k. udowej, a kończy się, po nawiązaniu łączności z łąkotką przyśrodkową, na kłykciu przyśrodkowym kości piszczelowej nato-

miast — więz. poboczne strzałkowe albo — boczne *(lig. collaterale fibulera)* ciągnie się nakształt obłego powrózka od nadkłykcia bocznego kości udowej do kłykcia bocznego kości piszczelowej i do główki kości strzałkowej.

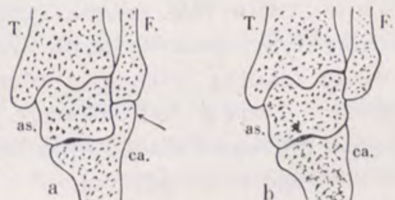


Rys. 454. Jedyną skuteczną bronią Koniowatych są ich kończyny tylne. Zwrócić ponadto uwagę na technikę obrotu ciała wczasie biegu (fot. dr. A. Rząśnickiego).

Ważną rolę więzadeł hamujących odgrywają więzadła krzyżowe, powstałe z odcinka tylnego przegrody międzystawowej. Znamy dwa więzadła krzyżowe: więz. krzyżowe przednie i więz. krzyżowe tylne.

Więzadło krzyżowe przednie *(lig. cruciatum ant.)* rozpoczyna się na dnie dołka międzykłykciowego przedniego piszczeli *(fovea intercondyloidea ant.)* poczem ciągnie się ukośnie ku górze, wtył i wbok, kończąc się na powierzchni przyśrodkowej kłykcia bocznego kości udowej.

Więzadło krzyżowe tylne *(lig. cruciatum post.)* biegnie od dna dołka międzykłykciowego tylnego piszczeli do powierzchni bocznej kłykcia przyśrodkowego k. udowej. Dzięki powyższemu układowi



Rys. 455. Stosunek k. strzałkowej (F) do k. piętowej (ca) u: a) Przeżuwaczy i u b) Gryzoni. T — k. piszczelowa; as — k. skokowa. Obydwa rysunki są przedstawione jako przekroje czołowe kości, widziane od przodu. Jak widać u Przeżuwaczy k. piętowa zestawia się za pośrednictwem swoistego — wyrostka strzałkowego *(proc. fibularis calcanei* R. P.) bezpośrednio z k. strzałkową.

obydwa więzadła ulegają częściowemu skrzyżowaniu. Stąd ich nazwa!

Chcę w tem miejscu z całym naciskiem podkreślić, iż w żadnym razie nie należy z tego wnosić, że więzadła krzyżowe są położone wewnątrz stawu kolanowego! Tego rodzaju mniemanie byłoby nawskroś błędne, więzadła bowiem te, jakkolwiek głęboko ukryte, temniemniej znajdują się między (!) obydwoma stawami udowopiszczelowemi i jedynie częściowo są pokryte przez błonę maziową.

Celem obejrzenia więzadeł krzyżowych poleca się przeciąć przednią ścianę torebki w położeniu zgiętem stawu kolanowego.

Więzadła krzyżowe mają ważne zadanie zapobiegania nadmiernemu wyprostowaniu kolana i utrzymanie powierzchni stawowych, sąsiadujących kości, w zetknięciu w położeniu zgiętem stawu.

Jamę każdego z obu (prawego i lewego) stawów udowopiszczelowych dzieli częściowo chrząstka śródstawowa zwana — łąkotką *(cartilago semilunaris s. discus s. meniscus articularis)* na dwa piętra — piętro górne *(scala sup.)*, zawarte między kłykciem udowym i powierzchnią górną łąkotki i — piętro dolne *(scala inf.)*, położone między dolną powierzchnią łąkotki i talerzem piszczelowym. Obydwie łąkotki, zarówno boczna jak i przyśrodkowa posiadają kształt półksiężycy, których końce wolne są przytwierdzone, za pośrednictwem więzadeł, do k. piszczelowej I tak — łąkotka przyśrodkowa *(discus med.)* posiada dwa więzadła: — więz. łąkotkowe przednie *(lig. menisci ant.)*, ciągnące się od rogu przedniego łąkotki przyśrodkowej do dołka międzykłykciowego przedniego piszczeli i — więz. łąkotkowe tylne *(lig. menisci post.)*, łączące róg tylny łąkotki z dołem międzykłykciowym tylnym. Zupełnie analogiczny układ więzadłowy posiada łąkotka boczna, z tem jednak, iż ponadto odchodzi od niej jeszcze — więz. łąkotkowe skośne *(lig. menisci obliquum)* zmierzające od rogu tylnego łąkotki do powierzchni bocznej kłykcia przyśrodkowego kości udowej.

Na przekroju poprzecznym, łąkotki mają kształt ostrych, klinowatych płytek o podstawach zwróconych nazewnątrz, w kierunku torebki stawowej, z którą się zrastają, i zcieniałych krawędziach skierowanych dośrodkowo, kończących się dość daleko od wyniosłości międzykłykciowej piszczeli. Dzięki powyższemu w każdej z łąkotek możemy rozróżnić dwa obwody i dwie powierzchnie. Zgrubiały — obwód zewnętrzny *(circumferentia ext.)* zrasta się na całym przeciągu z torebką stawową, a ponadto nawiązuje łączność (łąkotka przyśrodkowa) z więz. pobocznem piszczelowem. Ostry — obwód wewnętrzny *(circumferentia int.)* kończy się wolno, ograniczając otwór

który łączy piętro górne z piętrem dolnem każdego ze stawów udowopiszczelowych.

Z dwóch powierzchni łąkotki—powierzchnia dolna *(facies inf.)* spoczywa na powierzchni stawowej odnośnego talerza piszczelowego i jest podobnie jak ta ostatnia raczej płaska. Zupełnie odmienne ukształtowanie posiada — powierzchnia górna albo — udowa *(facies sup. s. femoralis)* łąkotki, stykająca się z kłykciem kości udowej. Istotnie, powierzchnia ta jest mocno wklęsła, modelując się na krzywiźnie stawowej kłykcia udowego, przez co w znacznej mierze zapobiega brakowi dostosowania między mocno wypukłym kłykciem i raczej płaskim talerzem piszczelowym. I na tem właśnie polega główna rola łąkotek!

Ściana tylna torebki stawu kolanowego jest cienka, ścianę przednią natomiast wzmacnia potężne ścięgno mięśnia czworogłowego uda *(quadriceps femoris)*, w łonie którego jest umieszczona—rzepka *(patella)*. Ta ostatnia styka się swą powierzchnią udową z powierzchnią rzepkową kości udowej tworząc staw jamowy — staw rzepkowoudowy *(art. femoropatellaris)*. Luźna torebka włóknista, od wewnątrz pokryta błoną maziową, otacza pojemną jamę stawową, łączącą się w 75% przypadków z jamą stawu udowopiszczelowego przyśrodkowego. Torebkę wzmacniają od przodu jedno (u człowieka Mięsożernych, Świniowatych i u licznych Przeżuwaczy) — do trzech (u Koniowatych)—więzadła rzepkowe *(ligg. patellae)*, stanowiące w rzeczywistości wiązki ścięgniste mięśnia czworogłowego uda.

U Koniowatych rozróżniamy, jak wspomniałem, trzy więzadła rzepkowe: — przyśrodkowe, pośrodkowe i — więz. rzepkowe boczne *(lig. patellae med., intermedium* et *lat.)*, Wszystkie one odchodzą od krawędzi dolnej rzepki, a kończą się na guzowatości kości piszczelowej.

Dzięki ścisłemu związkowi więzadeł rzepkowych z m. czworogłowym uda, obdarzonym, jak każdy mięsień, znaczną sprężystością własną i stanem napięcia *(tonus muscularis)*, ściana przednia torebki stawu rzepkowoudowego, a pośrednio i całego stawu kolanowego, znajduje się w wyjątkowo korzystnych warunkach odporności.

Ścianę przyśrodkową stawu rzepkowoudowego wzmacnia słabe — więz. rzepkowoudowe przyśrodkowe *(lig. femoropatellare med.)*, biegnące od krawędzi rzepki do nadkłykcia przyśrodkowego kości udowej. Ścianę boczną osłania mocne — więz. rzepkowoudowe boczne *(lig. femoropatellare lat.)*, odchodzące od rzepki do nadkłykcia bocznego kości udowej.

A teraz, mając na uwadze stosunek wzajemny trzech jam maziowych stawu kolanowego złożonego (staw udowopiszczelowy, staw rzepkowoudowy), powiemy

że: 1) jama stawu rzepkowoudowego jest w przeważającej ilości przypadków połączona z jamą stawu udowopiszczelowego przyśrodkowego; 2) jama stawu udowopiszczelowego przyśrodkowego nie komunikuje nigdy (za wyjątkiem u człowieka) z jamą stawu udowopiszczelowego bocznego i wreszcie 3) jama stawu udowopiszczelowego pozostaje w związku z jamą — kaletki prostownika palcowego długiego *(bursa m. extensoris digit. longi)* a niekiedy i z innemi jeszcze kaletkami.

Z powyższego widzimy jak bardzo zawiłą jest budowa stawu kolanowego co wyjaśnia nam wystarczająco, iż wszelkie schorzenia tego stawu posiadają przebieg uporczywy a zabiegi chirurgiczne (sączkowanie) są połączone z wielkiemi trudnościami.

Mechanika stawu kolanowego. Pierwsza uwaga, która się nasuwa przy badaniu mechaniki stawu kolanowego jest to uderzająca niewspółmierność między wyjątkowo złożoną budową a stosunkowo bardzo skromną, powiedziałbym ubogą, jego ruchomością! W samej rzeczy, biorąc praktycznie, jest on tylko stawem zawiasowym a więc stawem o 1^0 ruchomości, pozwalającym jedynie na — zginanie *(flexio)* i — prostowanie *(extensio)*. Wprawdzie w położeniu zgiętem kolana zachodzić mogą również i lekkie — ruchy obrotowe *(rotatio)*, nie odgrywają one jednak, zdaje się, ważniejszej roli w ogólnej mechanice stawu.

Zarówno ruchy zginania jak i prostowania odbywają się głównie w piętrach górnych obu stawów udowopiszczelowych, a mianowicie w ten sposób, iż mocno przytwierdzone do kości piszczelowej łąkotki odbywają ruchy dookoła osi ciągnącej się poprzecznie poprzez obydwa kłykcie kości udowej. Z powyższego wynika, iż łąkotki odgrywają rolę, do pewnego stopnia, panewek w stosunku do kłykci udowych, panewek plastycznych, dostosowywujących ściśle kształt swych powierzchni, w każdej fazie ruchu, do zmiennych krzywizn kłykci. Nie należy z tego jednak sądzić, że łąkotki leżą nieruchomo na talerzach kości piszczelowej. Istotnie, badania lat ostatnich wykazały, że w czasie zginania łąkotki przesuwają się lekko ku przodowi, natomiast podczas prostowania cofają się ślizgając się po powierzchni talerzy piszczelowych. Ruchy te mają, oczywiście, miejsce w piętrach dolnych stawów.

Co się tyczy stawu rzepkowoudowego, to mechanika jego sprowadza się do opuszczania się rzepki w czasie zginania i unoszenia się jej podczas prostowania.

Czynnikami normującemi zakres ruchów stawu kolanowego są jak zawsze przedewszystkiem — mięśnie (m. czworogłowy uda, m. brzuchaty); rolę wspomagającą pełnią więzadła, przyczem więz. krzyżowe przeciwdziałają nadmiernemu prostowaniu i ograniczają obroty (przy zgiętem kolanie), więzadła zaś poboczne uniemożliwiają przesuwanie boczne.

Stawy piszczelowostrzałkowe *(artt. tibiofibulares)*. Kości goleni są ze sobą połączone zapomocą jednego więzozrostu i dwóch stawów jamowych.

Więzozrost piszczelowostrzałkowy *(syndesmosis tibiofibularis* przybiera postać — błony międzykostnej *(membrana interossea)*, wypełniającej przestrzeń międzykostną. W części górnej błony widnieje otwór, służący do przejścia naczyń.

Stawy piszczelowostrzałkowe:— górny i — dolny *(artt. tibiofibulares sup. et. inf.)* są stawami jamowemi typu ścisłego *(amphiarthroses)*, łączącemi nasady górne wzgl. nasady dolne obu kości goleni. Mocno naciągnięte torebki stawowe uniemożliwiają wszelką ruchomość z czego wynika, że stawy te są na drodze prowadzącej nieuniknienie do uwstecznienia, to jest do przeistoczenia w kościozrosty, co obserwujemy u Nieparzystokopytowców i u Przeżuwaczy. U tych ostatnich strzałeczka *(os malleolare)* jest ściśle połączona z nasadą dolną kości piszczelowej za pośrednictwem — więz. kostkowego bocznego *(lig. malleoli lateralis)*.

U *Hominidae*, posiadających stopę ustawioną pod kątem prostym w stosunku do goleni, — staw piszczelowostrzałkowy dolny *(art. tibiofibularis inf.)* wiążący — klamrę goleniową *(furca cruralis)* zachował ruchomość w formie szczątkowej, przejawiającej się, w większem lub mniejszem, odchylaniu ramion klamry wczasie chodu.

4. Kościec stopy.
(Pes s. autopodium post.).

W — stopie *(pes)* rozróżniamy trzy zasadnicze odcinki: — stęp *(tarsus s. basipodium)* — śródstopie *(metatarsus s. metapodium post.)* i wreszcie odcinek palcowy *(pars digitalis s. acropodium post.)* (rys. 458).

Z owych odcinków najbardziej zawiłą budowę wykazuje — stęp, natomiast śródstopie oraz palce najczęściej podlegają przekształceniem przystosowawczym a to w związku z bardzo odmiennemi rolami stóp jako narządów nośnych i przenosinowych.

Czuję się w obowiązku już obecnie zaznaczyć, że własności chwyt-



Rys. 456. *Gorilla gorilla* L. jako ilustracja kończyny tylnej typu chwytnego.

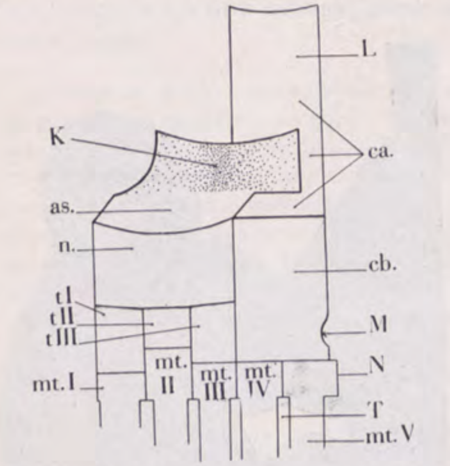
ne występują rzadziej w stopach aniżeli w rękach. Temniemniej palec I stopy (t. zw. paluch = *hallux)* posiada cechy przeciwstawne u wielu gatunków prowadzących bytowanie nadrzewne, że wymienię tylko *Didelphyidae, Phascolarctidae, Lophiomys* i u *Pithecheirus* zpośród Gryzoni, dalej u wielu przedstawicieli małp wąskonosych (zwłaszcza u *Hylobatidae)* i wreszcie u *Anthropoidea* (rys. 456).

U ras ludzkich europejskich paluch zatracił własności przeciwstawne ale zachował je jeszcze u niektórych ras azjatyckich i u szczepów pierwotnych.

a. S t ę p.

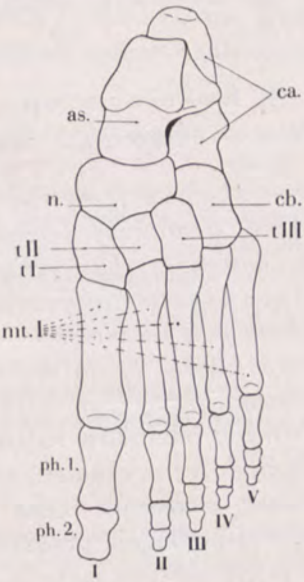
(Tarsus).

Stęp jest umieszczony poniżej goleni a wspiera się na śródstopiu (rys. 463). Składa się on, podobnie jak nadgarstek, z pewnej ilości kości krótkich o kształtach nie mogących być przyrównanemi do żadnej ze znanych postaci geometrycznych. Utrudnia to, oczywiście, w znacznej mierze rozpoznanie różniczkowe i dlatego z kośćmi temi niesposób zapoznać się li tylko na podstawie rycin.



Rys. 457. Schemat budowy stępu ssaków. Szczególną uwagę zwrócić na przesunięcie się kości skokowej (as) na kość piętową (ca) oraz na stosunki podstaw kości śródstopia (mt. I—mt. V).

ca — *calcaneus*; L — *tuber calcanei*; as — *talus*; K — *trochlea tali*; u — *naviculare*; cb — *cuboideum*; t. I, t. II, t. III — *tarsalia* I, II, III; mt. I — mt — V — *metatarsalia* I—V.



Rys. 458. Powierzchnia grzbietowa stopy stopochodnego c z ł o w i e k a.

Znaczenie skrótów: as — *talus;* ca—*calcaneus;* cb—*cuboideum*; u—*naviculare*; t I—*tarsale I*; mt. I — *metatarsale* (por. z rys. 459, *Ursus!).*

W skład stępu ssaków wchodzi zasadniczo siedem kości układających się w dwa szeregi: — górny *(ordo sup.)* i — dolny *(ordo inf.)*.

Szereg górny obejmuje trzy kości, tworzące razem t. zw. — trójkąt stępowy *(trigonum tarsi)* (rys. 457). Są to:

1) — kość skokowa albo — kość odpiszczelowa *(talus s. tibiale)*;

2) — kość piętowa albo — kość odstrzałkowa *(fibulare s. calcaneus)* i

3) — kość łódkowata *(naviculare)* (rys. 457).

W szeregu dolnym, idąc od strony przyśrodkowej stopy, znajdujemy:

1) — kość stępową I albo — kość klinowatą I *(tarsale I s. os. cuneiforme; t. I)* (rys. 457),

2) — kość stępową II albo — kość klinowatą II *(tarsale II s. os. cuneiforme II;* t. II (rys. 457);

3) — kość stępową III albo — kość klinowatą III *(tarsale III s. os cuneiforme III;* t. III (rys. 457) i wreszcie

4) — kość sześcienną *(cuboideum;* c b.) (rys 458).

Badania nad rozwojem kości stępu wykazały, że zarówno kość skokowa jak i kość sześcienna są kośćmi złożonemi, przyczem — kość skokowa *(talus)* powstała z połączenia — kości odpiszczelowej *(tibiale)* z — kością pośrednią *(intermedium)*, natomiast w skład — kości sześciennej weszły — IV i — V kości stępowe *(tarsalia:* IV et V).

Porównując układ kości stępu, z budową nadgarstka otrzymujemy tabelę (wg. Gegenbaur'a, — 1898) składników wzajemnie sobie odpowiadających:

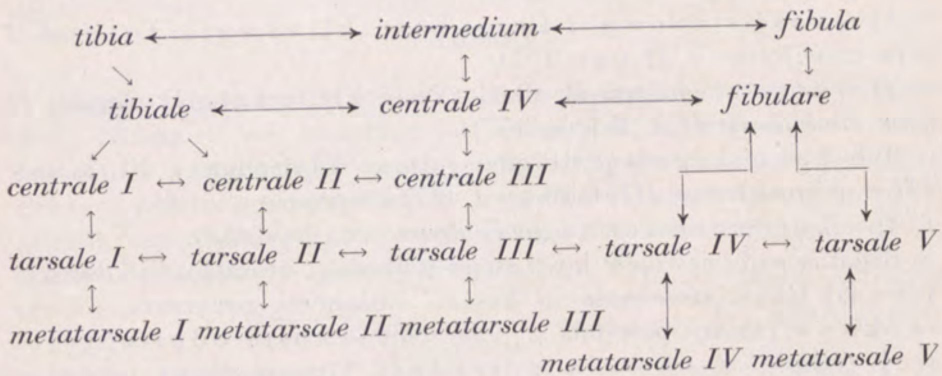
	nadgarstek		stęp	
szereg górny	*radiale*	—	*tibiale*	*talus*
	intermedium	—	*intermedium*	
	ulnare	—	*fibulare s. calcaneus*	
szereg środkowy	*centralia I, II*	—	*naviculare*	
	accessorium	—	brak	
szereg dolny	*carpale I*	—	*tarsale I*	
	carpale II	—	*tarsale II*	
	carpale III	—	*tarsale III*	
	carpale IV + V = hamatum	—	*tarsalia IV + V = cuboideum*	

Z powyższego wynika, że podstawowy plan budowy tych odcinków w obu kończynach jest zasadniczo zupełnie taki sam.

U Lądowców pierwotnych (np. u ✝ *Stegocephala)*, poza niezależną kością pośrednią *(intermedium)*, występowały jeszcze cztery — kości ośródkowe *(centrale I; centrale II; centrale III; centrale IV)* tak że skład stępu wynosił około 12 jednostek.

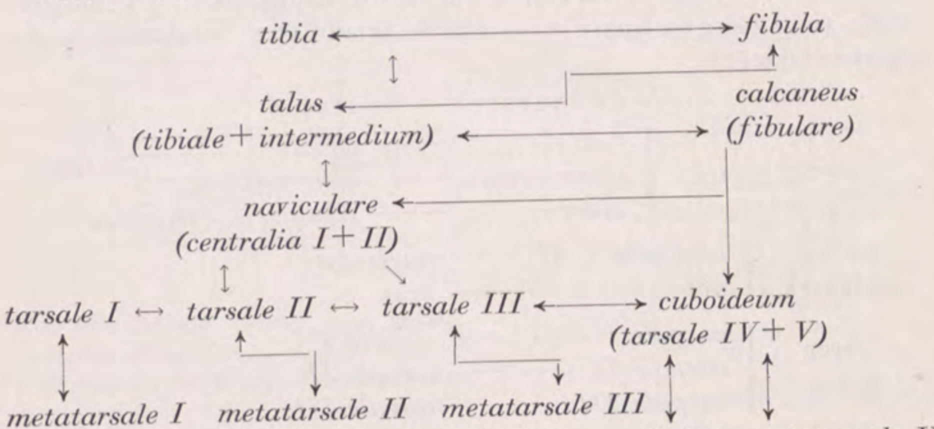
Jak już była wzmianka powyżej, kość pośrednia znajdowała się początkowo w odcinku dolnym przestrzeni międzykostnej goleni, oddzielając tam koniec dolny kości piszczelowej od końca dolnego kości strzałkowej (rys. 267).

Układ stosunków pierwotny możemy wyrazić za pomocą następującego djagramu:



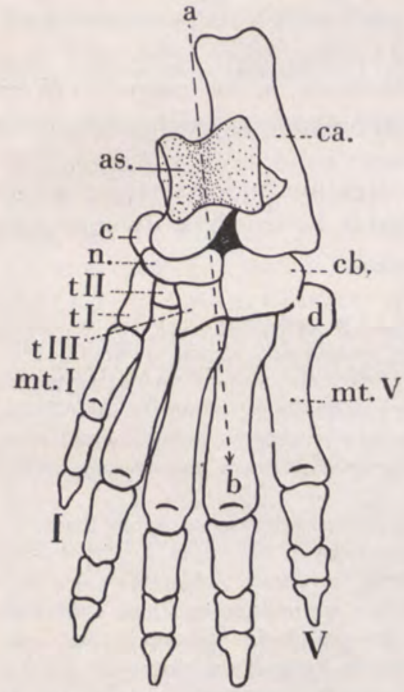
(Strzałkami oznaczono połączenia stawowe).

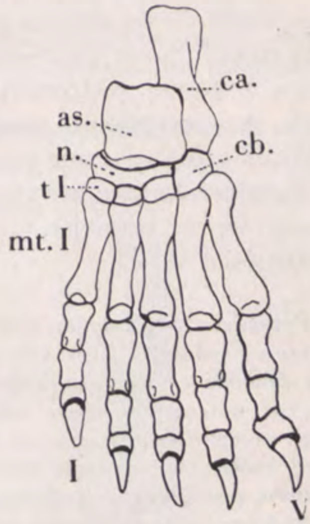
Układ stosunków u ssaków przedstawia się następująco:

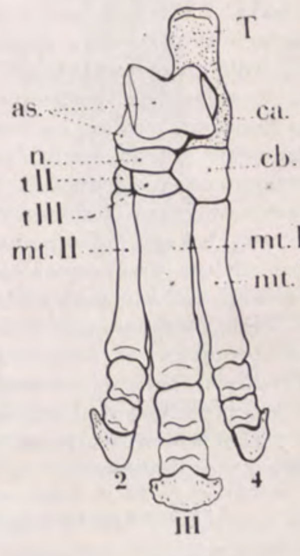


Pierwsza uwaga, która się nasuwa przy analizie djagramu stosunków występujących u ssaków dotyczy, niewątpliwie, swoistego stosunku

kości goleni do kości stępu. Istotnie, jak widzimy, goleń nawiązuje zasadniczo łączność tylko z jedną kością stępu(!), a mianowicie z kością skokową *(talus)*(!), przyczem udział strzałki jest znikomy, przeważającą







Rys 459. Stopy, widziane od strony grzbietowej: 1) jeżozwierza *(Hystrix cristata)*; 2) niedźwiedzia *(Ursus arctos)* (rys. prawy górny) i 3) ✢ nosorożca wykopalisk. (✢ *Rhinoceros hungsheimensis)* (rys. prawy dolny).

ab — oś bloczka k. skokowej (as); ca — k. piętowa; cb — k. sześcienna; n — k. łódkowata; t. I, t. II, t. III — kości stępu I — III; mt. I — V — kości śródstopia I — V; c — trzeszczka piszczelowa; d — guzowatość V k. śródstopia. Zwrócić szczególną uwagę: na stosunki długościowe palców, na budowę szyjki i główki k. skokowej, na stosunki podstaw kości śródstopia do szeregu dolnego stępu i wreszcie na kierunek osi bloczka k. skokowej (ab).

zaś rolę odgrywa kość piszczelowa (o wyjątkach będzie mowa poniżej)?. Tak więc ścisły związek, który łączy jeszcze u niższych Lądowców — kość odstrzałkową czyli — kość piętową *(fibulare s. calcaneus)* z kością strzałkową goleni, u ssaków uległ zerwaniu, powodując

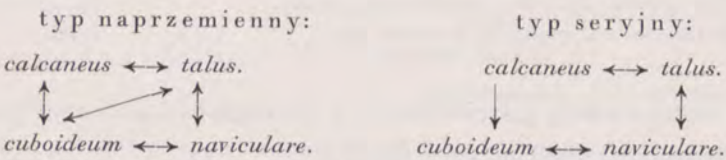
z jednej strony uwstecznienie kości strzałkowej, a z drugiej osunięcie się kości piętowej w kierunku podeszwowym z jednoczesnem wysunięciem na plan pierwszy — kości skokowej *(talus)* (rys. 459)! Ona to, ostatecznie, jest obdarzona ważnem zadaniem przenoszenia całego ciśnienia wywieranego przez kość piszczelową na pozostałe składniki stępu! Sprzyjają temu połączenia stawowe, które wiążą kość skokową z kością piętową i z kością łódkowatą, a za pośrednictwem tych z wszystkiemi pozostałemi kośćmi stępu, z kością sześcienną (t. IV + t. V) włącznie (rys. 460).

Pozatem zwraca uwagę znaczne uproszczenie budowy stępu, wyrażające się w zmniejszeniu liczby jednostek kostnych z dwunastu na siedem!

Przyczyna rozdrobnienia istoty kostnej, czy to w nadgarstku czy też w stępie, na szereg jednostek kostnych niezależnych nie została dotychczas wykryta. Mojem zdaniem czynnikiem, który odegrał w morfogenezie basipodium roztrzygającą rolę są wstrząsy w czasie uderzania kończyną o podłoże. One to utrudniają wzgl. uniemożliwiają zcalanie się zaczątka kościotwórczego w jedną niepodzielną masę kostną w rozwoju rodowym i osobniczym gatunku i zapobiegają ewentualnym późniejszym zrostom.

Budowa złożona basipodium przynosi niebylejakie korzyści w życiu ujawnionem ssaka! Składając się z pewnej ilości samoistnych jednostek kostnych, powiązanych między sobą sprężystemi więzadłami, zarówno nadgarstek jak i stęp pełnią rolę rozpraszaczy sił, przenoszących się z podramienia na śródręcze wzgl. z goleni na śródstopie. Istotnie, każda siła bądź wstrząs, które »atakują« kończynę wzdłuż osi kończyny po dojściu do basipodium złożonego ulegają częściowemu rozproszeniu, przyczem część owego wstrząsu zostaje zużyta na przemieszczenie jednostek kostnych w najprzeróżniejszych kierunkach, czego widomym wyrazem jest pozornie kapryśne rozmieszczenie powierzchni stawowych owych kości. Basipodium jednolite, nie byłoby w stanie, oczywiście, rozpraszać sił lecz przekazywałoby je w całości odcinkom sąsiadującym kończyny.

Pewnego rodzaju potwierdzeniem powyższego jest rozmieszczenie przestrzenne kości stępu, występujące w dwóch zasadniczych postaciach, przypominających układ stosunków w nadgarstku. Otóż, w — typie naprzemiennym (diplarthralnym), bardziej pierwotnym, kość skokowa zestawia się wdole jednocześnie z kością łódkowatą i z kością sześcienną, natomiast w — typie seryjnym, będącym objawem wtórnym, przystosowawczym, kość skokowa zestawia się jedynie z kością łódkowatą.



Odmienność zestawień wyraża się głównie w ukształtowaniu powierzchni stawowych kości skokowej w tem znaczeniu mianowicie, że podczas gdy w typie

naprzemiennym powierzchnia stawowa dolna wspomnianej kości wykazuje podział na dwa odcinki wtórne, w typie seryjnym (takseopodycznym) jest ona jednolita, niepodzielna.

Do — *Diplarthra* zaliczamy następujące rzędy: ✝ *Creodontia, Carnivora, Ungulata. Insectivora,* i *Primates.* Ssakami o budowie seryjnej stępu czyli — *Taxeopoda* są: *Hyracoidea, Proboscidea,* ✝ *Titanotheriidae* i ✝ *Amblypoda.*

Łatwo się domyśleć, że układ seryjny rozwinął się u ssaków o dużej wadze ciała, wpływ więc mechaniczny ciśnienia na układ kości stępu jest niewątpliwy.

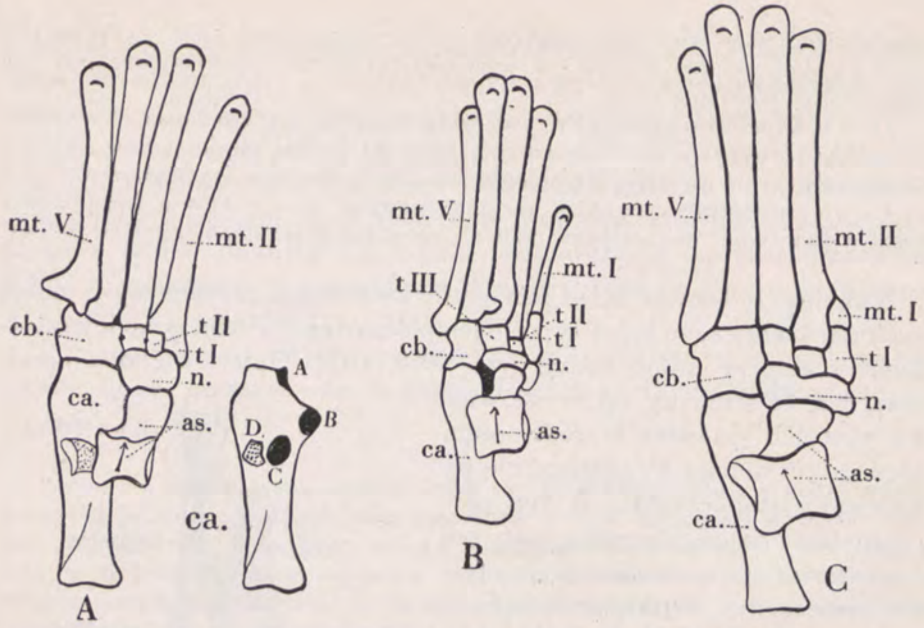
Tak się przedstawia układ pierwotny kości stępu, mam na myśli układ, cechujący kończynę tylną typu pięciopalczastego, a więc przedewszystkiem kończynę stopochodną (rys. 458, 462). Opiera się ona o podłoże, jak to widzimy np. u człowieka, nietylko palcami i śródstopiem ale i całym stępem. Przeistoczenie się kończyny stopochodnej w typ palcochodny *(pes digitigradus resp. pes unguligradus)*, spowodowało nietylko uniesienie stępu, śródstopia i pierwszych członów palców, ale również, mniej lub dalej sięgające, strącenie palców pobocznych (I, V). Kolejność tego strącania przebiega zupełnie analogicznie do porządku przedstawionego uprzednio w opisie kończyny przedniej z tem jednak, że uwstecznienie w kończynie tylnej, zawsze wyprzedza bieg spraw w kończynie przedniej!



Rys. 460. Kościec stępu i śródstopia psa, widziany od strony grzbietowej.

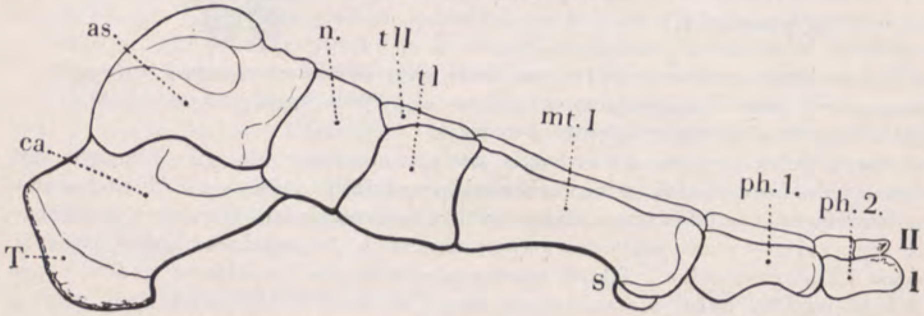
Pragnę tutaj zwrócić uwagę na fakt niezmiernej wagi i który stanowi jedną z ciekawszych zdobyczy morfologji porównawczej a polegający na stwierdzeniu, że plan budowy obu par kończyn jest zawsze jednakowy. Jeżeli, więc, kończyna przednia posiada — układ śródosiowy (mesaxoniczny), to i kończyna tylna jest śródosiową, jeżeli zaś kończyna przednia wykazuje — plan przyosiowy (paraxoniczny), to takiż sam plan posiadać będzie i kończyna tylna. Układ mieszany, a więc taki, w którym jedna z par kończyn miałaby układ mesaxoniczny, druga zaś para byłaby zbudowana według typu paraxonicznego tego rodzaju stosunki nie napotkano dotychczas ani u jednego ssaka. Tyle na marginesie zagadnienia, któremu poświęciliśmy słów kilka.

Przechodząc zkolei do sprawy strącania palców, atakującej, jak już wiemy przedewszystkiem palec pierwszy (I), trudno się oprzeć przypuszczeniu, iż musi się ona odbić, w taki lub w inny sposób, i na kościach



Rys. 461. Powierzchnie grzbietowe stóp: A — *Oryctolagus*; B — *Fiber zibethicus*; C — *Felis dom.*; ca — wyosobniona kość piętowa *(celcaneus)* królika celem przedstawienia jej czterech powierzchni stawowych górnych, z których powierzchnie A, B i C służą do połączenia z kością skokową *(talus*, as) a powierzchnia D jest — powierzchnią strzałkową *(facies artic. fibularis)*. Jak wiadomo, bezpośrednie połączenie kości piętowej ze strzałką *(fibula)* stanowi cechę pierwotną, albowiem u ogromnej większości ssaków związek *fibula — calcaneus* przekształca się na związek *fibula — talus* (por. z rys. 4—). Na wszystkich rysunkach osie bloczka kości skokowej oznaczono strzałką.

Ponadto zwrócić uwagę: na 1) wielkość drugiej kości stępu (t. II) i na stosunek do niej drugiej kości śródstopia (mt. II); na 2) stosunki pierwszej kości stępu (t. I); na 3) budowę podstaw kości śródstopia i na ich przestrzenie międzykostne; na 4) kierunek i długość guza piętowego *(tuber calcanei)*.

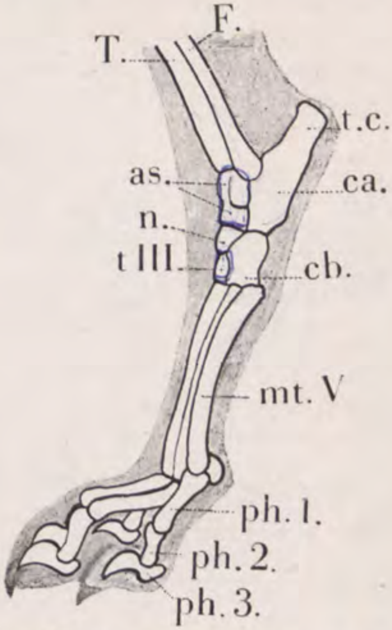


Rys. 462. Układ składników stopy (widzianej od strony przyśrodkowej!) u stopochodnego człowieka.

Zwrócić szczególną uwagę na wysklepienie stępu i śródstopia. Jak widać, stopa opiera się na guzie piętowym (T) i na główkach kości śródstopia (mt. I i mt. V). Guz piętowy jest gruby i kieruje się ku dołowi, natomiast u palcochodów jest on cienki i jest zwrócony ku górze (por. z rys. 4—). as — *talus*; ca — *calcaneus*; n — *naviculare*; t. I, t. II — *tarsalia* I, II; S — *sesamoideum metatarsophalangeum*.

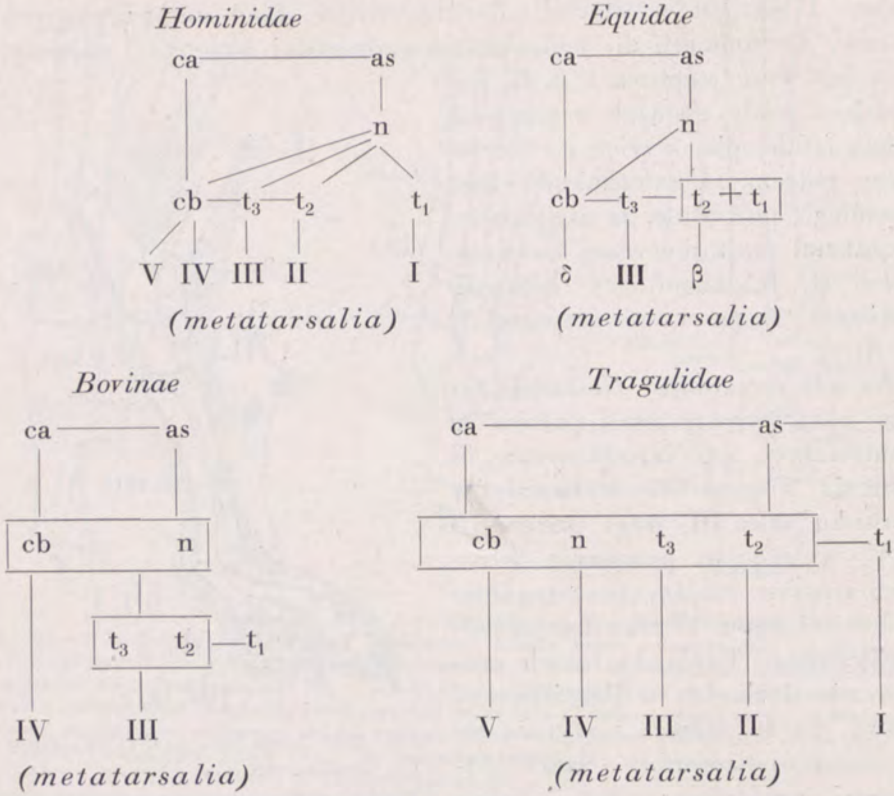
stępu. I tak jest w istocie! Porównywując skład stępu u różnych ssaków, dochodzimy do wniosku, że najbardziej zmienną i najmniej stałą jest kość stępowa I (t. I), posiadająca ścisły związek z pierwszą kością śródstopia, a więc i z pierwszym palcem. Uwstecznienie tego ostatniego, powoduje, za nielicznemi wyjątkami zanik pierwszej kości stępowej (t. I), znajdujący niekiedy oddźwięk i na kości stępowej II (t. II)!

Na tem nie koniec! Naskutek daleko posuniętej redukcji palców u Koniowatych i u Narostkowców, oś ciśnienia kieruje się wyłącznie w kierunku palca III, wzgl. palców III i IV, wywołując powstanie wtórnych zrostów między poszczególnemi kośćmi stępu. Wprawdzie, u jednopalczastego konia do takich zrostów nie dochodzi, u Przeżuwaczy jednak ma to miejsce i wyraża się w ścisłem połączeniu — kości łódkowatej *(naviculare;* n.) z — kością sześcienną *(cuboideum;* cb.) w jedną niepodzielną — kość łódkowatoszościenną *(cubonaviculare)* i w takimże zroście drugiej i trzeciej kości stępowych (t. II + t. III) powodującem pozostanie t. zw. — kości stępu złożonej *(tarsale compositum* R. P.)!



Rys. 463. Stopa lewa psa, *(Canis dom.)* L.), widziana zboku, w postawie zwyklej. Zwrócić główną uwagę: na położenie guza piętowego (t. c.) (por. z rys. 462) i końcowego odcinka goleni (T, F); na postawę kości śródstopia i palców oraz na kształt kości śródstopia. Z owych cech na szczególną uwagę zasługuje pochyłe ustawienie goleni w stosunku do stępu, naskutek którego powstaje w tem miejscu kąt rozwarty i otwarty ku przodowi — kąt goleniowostępowy. T — k. piszczelowa; F — kość strzałkowa; as — k. skokowa; ca — k. piętowa; cb — k. sześcienna; n — k. łódkowata; t. III — k. stępu III; ph. 1, ph. 2, ph. 3 — człony palców 1, 2 i 3. Jak widać, stopa Mięsożernych nie jest wpełni spjonizowana i że palce pośrodkowe (III, IV) są bardziej wysunięte ku przodowi aniżeli palce poboczne (II i V).

Owe zrosty wtórne, będące między innemi wynikiem dużego ciśnienia wywieranego wzdłuż osi stopy doprowadzić mogą, jak to stwierdzamy np. u *Tragulus* i u *Hyemoschus*, do sprowadzenia ogólnej ilości składników stopy do liczby czterech! Poniższy djagram wykazuje stopniowe zcalanie się jednostek kostnych stępu u różnych przedstawicieli ssaków.



(w klamrach ujęto jednostki kostne ściśle ze sobą połączone!)

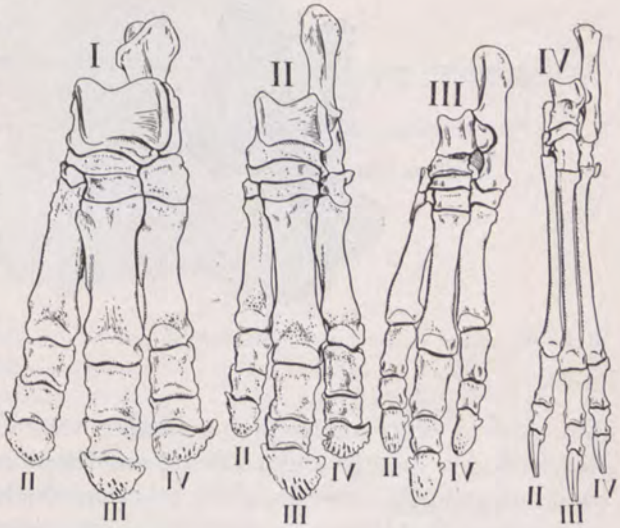
Z owych djagramów na szczególną uwagę zasługuje djagram, przedstawiający stosunki u *Bovinae!* Jak widać, tuż pod kością piętową (ca) i kością skokową (as) widnieje jednolity blok kostny — *cubonaviculare* (cb + n), rozpościerający się od krawędzi przyśrodkowej do krawędzi bocznej stępu.

W stępie, jako w całości, rozróżniamy dwie powierzchnie — powierzchnię grzbietową albo — przednią *(dorsum tarsi)* i — powierzchnię podeszwową albo — tylną *(planta tarsi)* oraz dwie krawędzie: — krawędź przyśrodkową, — piszczelową, albo — stronę palca I *(margo med.)* i — krawędź boczną, — strzałkową albo — krawędź palca V *(margo lat.)*.

Opis poszczególnych kości stępu rozpoczniemy od — kości skokowej *(talus)*.

1) Kość skokowa albo — kość odpiszczelowa *(talus; s. astragalus; s. os tarsi tibiale; as.)* jest umieszczona między kośćmi goleni i kością piętową (rys. 463).

W typie seryjnym stępu łączy się ona poza kością piętową jedynie z kością łódkowatą, w typie naprzemiennym zaś (+ *Creodontia, Carnivora, Ungulata)* nawiązuje ona ponadto łączność i z kością sześcienną. W związku z powyższem w omawianej kości dają się rozróżnić dwie zasadnicze części: — część górnotylna uwięziona między golenią i kością piętową oraz — część dolnoprzednia wspierająca się na kości łódkowatej a często i na kości sześciennej. Podział ten jest o tyle ważny że każda z owych części może wykazywać odrębne warjacje, posiadające niezwykle ważne znaczenie pod względem taksonomicznym.

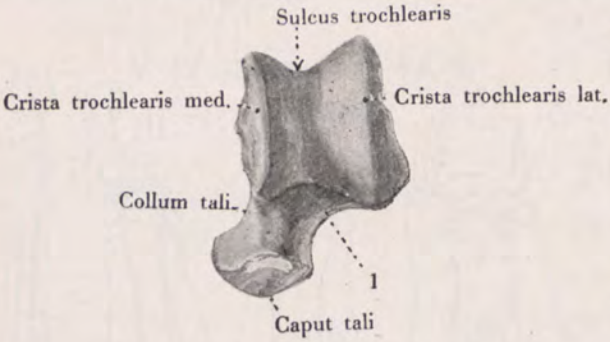


Rys. 464. Lewe stopy, widziane od strony grzbietowej. 1 — *Rhinoceros spec.*; $\left(\frac{2+\mathrm{III}+4+\varepsilon}{2+\mathrm{III}+4}\right)$; 2) — *Tapirus* spec. $\left(\frac{2+\mathrm{III}+\mathrm{IV}+e}{2+\mathrm{III}+4}\right)$; 3) — *Hydrochoerus capibara* $\left(\frac{a+\mathrm{II}+\mathrm{III}+\mathrm{IV}+5}{2+\mathrm{III}+\mathrm{IV}+\varepsilon}\right)$; 4 — *Dolichotis patagonica* $\left(\frac{1+\mathrm{II}+\mathrm{III}+\mathrm{IV}+5}{2+\mathrm{III}+\mathrm{IV}+\varepsilon}\right)$ (wg. H. Böker'a).
Niniejsza serja ma za zadanie wykazać stopniowe przekształcanie się budowy stopy w związku z przystosowaniem do coraz bardziej potęgującej się szybkości chodu. Do znamion szczególnie rzucających się w oczy należą: wydłużenie całej stopy z jednoczesnem jej uniesienieniem, wydłużenie oraz zcienienie i doosiowe zbliżenie kości śródstopia.

Jak to zaznaczyłem powyżej, kość skokowa stanowi twór złożony, powstały z połączenia dwóch, pierwotnie niezależnych, kości:—kości odpiszczelowej *(tibiale)* i —kości pośredniej *(intermedium)*.

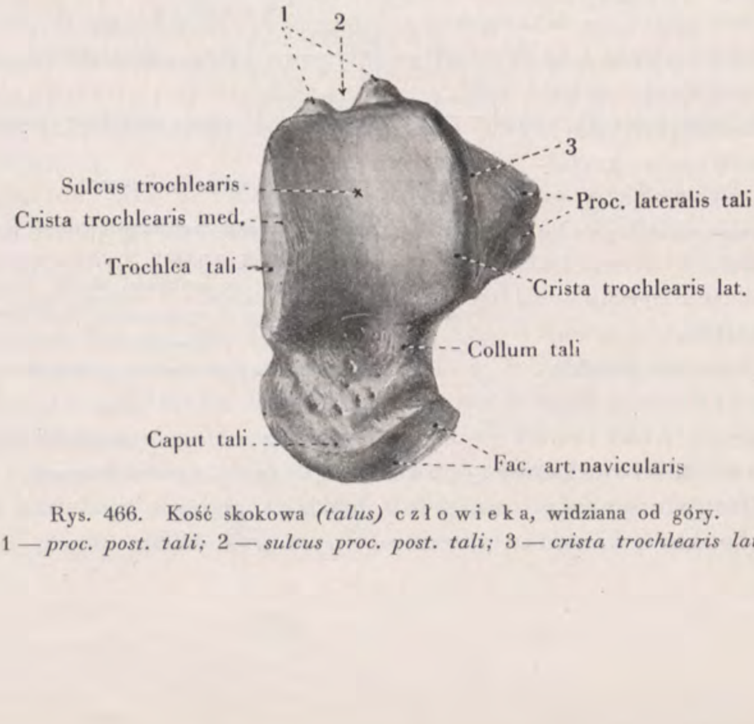
Kość skokowa łączy się z golenią za pośrednictwem powierzchni stawowej w kształcie — bloczka *(trochlea tali)*, składającego się z dwóch równoległych i w przybliżeniu strzałkowo ustawionych, tępych, grzebieni — grzebienia bloczkowego przyśrodkowego *(crista trochlearis med.* R. P.) i — grzebienia bloczkowego bocznego *(crista trochlearis lat.* R. P.), przedzielonych szeroką i mniej lub bardziej głęboką rynienką walcowato wypukłą w kierunku przedniotylnym (rys. 465).

Jest to — rynienka bloczkowa *(sulcus trochlearis* R. P. (rys. 466). Kierunek rynienki, albo może lepiej jej — oś *(axis trochleae* R. P.) nie jest u wszystkich ssaków jednakowa. I tak, podczas gdy u jednych jest ona ułożona dokładnie w płaszczyznie strzałkowej, u innych zbacza dośrodkowo lub bocznie. Objaw zboczenia osi rynienki zaznacza się wyjątkowo dobitnie u *Equidae,* u których kieruje się ona wyraźnie ku przodowi i bocznie (rys. 467).



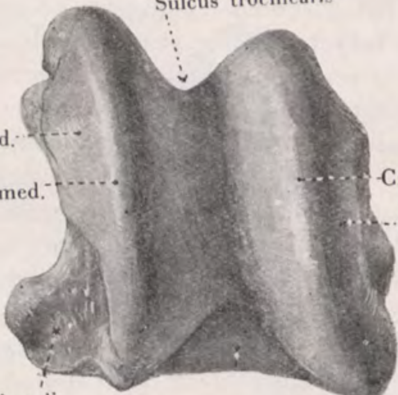
Rys. 465. Kość skokowa psa, widziana od przodu. 1 — *fossula tali.*

Rozumie się samo przez się że odchyleniu rynienki towarzysza podobne odchylenie grzebieni bloczkowych. Czyż należy tutaj jeszcze dodać że takie lub inne ustawienie osi bloczkowej wpływa na bjomechanikę stawu skokowego górnego i że »styl chodu« danego ssaka zależy, między innemi, i od postaci bloczka skokowego? Ale wspomniałem o »stylu chodu«... albowiem, ostatecznie, postać chodu nie u wszystkich ssaków jest jednakowa! Wszak inaczej »idzie« pies a inaczej wilk (rys. 314), a jeszcze inaczej przedstawi-



Rys. 466. Kość skokowa *(talus)* człowieka, widziana od góry. 1 — *proc. post. tali;* 2 — *sulcus proc. post. tali;* 3 — *crista trochlearis lat.*

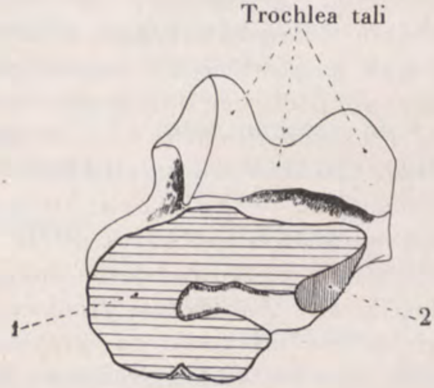
ciel Kotowatych (rys. 330) i Koniowatych (rys. 271). I nawet trudnoby było przypuścić by chód słonia mógł się nie różnić od chodu np. jeżozwierza... Zresztą przykładów na ten temat możnaby podać bez liku.



Rys. 467. Kość skokowa *(talus)* lewa konia, widziana od przodu.
Zwrócić szczególną uwagę na kierunek — rynienki bloczkowej *(sulcus trochlearis)*.

Nie o to jednak tutaj chodzi! Chodzi o współzależność morfologiczno-czynnościową, która w przypadku budowy kości skokowej jest nam zupełnie nieznana, a przynajmniej, nie w tym stopniu, na jakiby ona zasługiwała!...

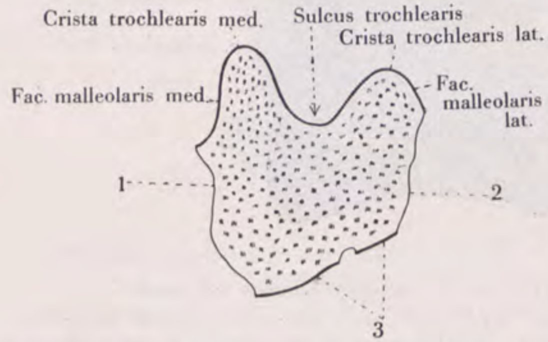
Powracając jednak do opisu rynienki bloczkowej nasuwa nam się, sam przez się, następujący podział jej ukształtowania, w zależności od kierunku osi. Otóż, możemy, zgodnie z tem co było powiedziane uprzednio, rozróżnić trzy zasadnicze jej typy: 1 — typ orthalny (oś przebiega strzałkowo); 2)—typ laterowersyjny (naprzedzie oś bloczka odchyla się w kierunku bocznym) i wreszcie 3 — typ medjowersyjny (naprzedzie oś zbacza dośrodkowo). Jak była wzmianka powyżej, kość skokowa Koniowatych należy do



Rys. 467A. Kość skokowa konia, widziana od strony k. łódkowatej.
1 — *facies artic. navicularis;* 2 — *facies artic. cuboidea.*

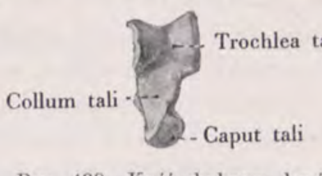
typu wyraźnie laterowersyjnego (por. z rys. 467). Oczywiście, że stopień zboczenia osi bloczka może być różny, nieczas jednak o niem mówić skoro sama istota zboczenia pozostaje narazie zagadnieniem zagadkowem!

Wysokość grzebieni zazwyczaj nie jest jednakowa. I tak np. u Mięsożernych wyższym jest grzebień bloczkowy boczny, natomiast u Koniowatych przewaga leży po stronie grzebienia bloczkowego przyśrodkowego. Widzimy to wyraźnie na rys 467B, przedstawiającym schematyczny przekrój poprzeczny przez kość skokową konia. Nasunąć się może tutaj pytanie jakie znaczenie bjomechaniczne mogą posiadać owe asymetrje wysokościowe grzebieni bloczkowych. W jaki sposób się ta asymetrja rozpoczęła i czy stanowi ona objaw pierwotny czy nie, a co jest prawdopodobniejszem, jest objawem wtórnym, dostosowawczym? Niestety i w tym kierunku nasze wiadomości są aż nazbyt ograniczone!



Rys. 467B. Przekrój poprzeczny przez lewą kość skokową *(talus)* k o n i a.
1 — *facies med.*; 2 — *facies lat.*; 3 — *facies articularis calcanea.*

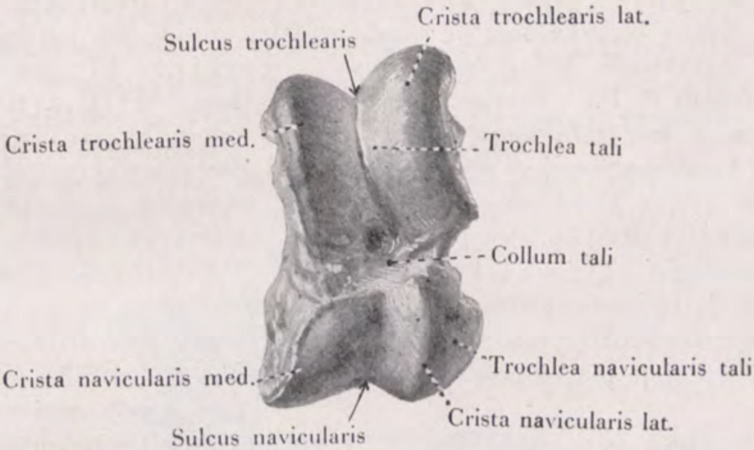
Powierzchnia stawowa bloczka nie ogranicza się jednak li tylko do jego powierzchni grzbietowej rozciąga się ona bowiem, w pewnym stopniu, i na powierzchnie poboczne grzebieni bloczkowych. W ten sposób, na powierzchni bocznej grzebienia bloczkowego bocznego roztacza się podłużna, dość wąska, — p o w i e r z c h n i a k o s t k o w a b o c z n a *(facies malleolaris lat.)* na powierzchni zaś przyśrodkowej grzebienia bloczkowego przyśrodkowego widnieje podobna, lecz zwykle rozleglejsza, — p o w i e r z c h n i a k o s t k o w a p r z y ś r o d k o w a *(facies malleolaris med.)* (rys. 467B). Jak z samych nazw wynika powierzchnia kostkowa boczna służy do zestawienia z kostką boczną czyli strzałkową *(malleolus fibularis)*, powierzchnia zaś kostkowa przyśrodkowa łączy się z kostką przyśrodkową piszczeli *(malleolus tibialis)*.



Rys. 468. Kość skokowa k r ó l i k a, widziana od przodu.

Niezależnie od ukształtowania i od rozległości powierzchni stawowej bloczka skokowego należy zwrócić ponadto uwagę

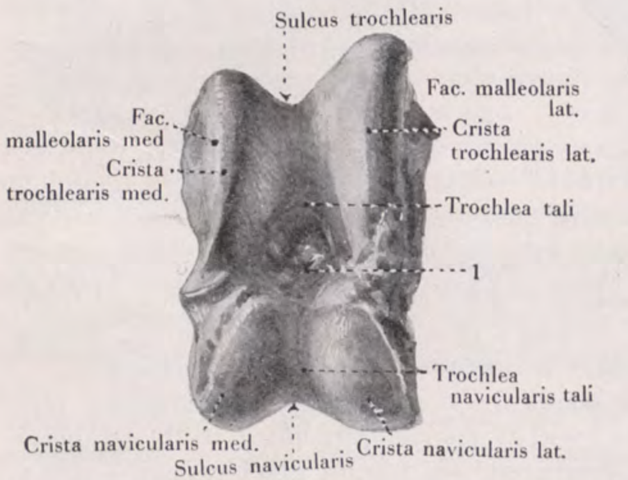
i na jej ustawienie, mam na myśli, kąt nachylenia jej w stosunku do poziomu. Otóż, okazuje się, że owe ustawienia może przybierać dwie zasadnicze postacie. A więc, okazuje się że u »ciężkochodów« *(graviportalia)*, do których zaliczymy np. Słoniowate powierzchnia stawowa



Rys. 469. Kość skokowa świni, widziana od przodu.

bloczka jest położone nieomal poziomo, natomiast u ssaków szybkobieżnych *(cursorialia)* posiada ona skłonność do przybrania położenia nieomal prostopadłego (rys. 463).

Równolegle do owych zmian w położeniu zachodzą również i zmiany w wielkości promienia krzywizny powierzchni stawowej, a mianowicie w tym kierunku, że podczas gdy u *graviportalia* bloczek przybiera postać nieomal płaską, u *cursorialia* promień krzywizny bloczkowej jest mały!



Rys. 470. Kość skokowa *(talus)* krowy, widziana od przodu.

Wtyle kość skokowa łączy się z kością piętową za pośrednictwem dwóch (lub większej ilości np. u Koniowatych — czterech) płaskich lub inaczej ukształtowa-

nych powierzchni stawowych, przedzielonych głęboką — rynienką skokową *(sulcus tali)*, która wraz z podobną — rynienką kości piętowej *(sulcus calcanei)*, tworzą razem rodzaj przewodu ślepego wypełnionego więzadłami, zwanego — zatoką stępową *(sinus tarsi)* (rys. 467B). Na powierzchni przedniej szyjki wzgl. u krawędzi dolnej bloczka daje się często widzieć, mniej lub bardziej, głębokie zagłębienie, które nazwiemy — dołkiem bloczkowym *(fossula tali* R. P.). Zaznacza się ono wyjątkowo wyraźnie u Przyosiowców a jest zabytkiem, który prawdopodobnie umożliwia silne zgięcie kości skokowej w stosunku do kości piszczelowej (rys. 465).

Część dolna kości ulega przewężeniu, zwanemu — szyjką *(collum tali)* (rys. 465) kończącą się skierowaną ku dołowi wypukłą, kształtu jajowatego — główką kości skokowej *(caput tali)*, służącą do nawiązania łączności z kością łódkowatą *(naviculare)*.

U Nieparzystokopytowców szyjka nie występuje (rys. 467) a zamiast główki widnieje płaska powierzchnia łódkowata (rys. 467A).



Rys. 471. Kość skokowa *(talus)* krowy, widziana zboku.

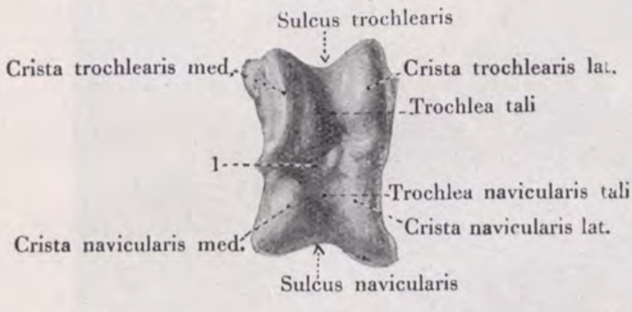
W ten sposób możemy rozróżnić dwa zasadnicze typy kości skokowej: — typ szyjkowy (rys. 465) i — typ bezszyjkowy (rys. 467). W typie szyjkowym na szczególną uwagę zasługuje jej kierunek! A więc, szyjka może być ustawiona bądź w płaszczyźnie strzałkowej bądź też zbaczać w kierunku dośrodkowym i to zupełnie niezależnie od kierunku położenia osi bloczkowej (por. rys. 465 z rys. 466)! Znaczenie, takiego lub innego, ustawienia szyjki nie jest nam znane.

Przeżuwacze posiadają kość skokową również pozbawioną szyjki natomiast koniec dolny kości charakteryzuje obecność t. zw. — bloczka łódkowatosześciennego *(trochlea cubonavicularis)*, służącego do połączenia z kością łódkowatosześcienną *(cubonaviculare)*.

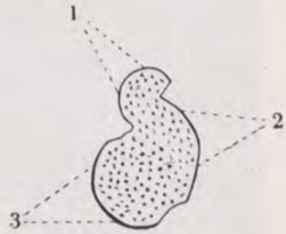
Wspomniany bloczek składa się z pośrodkowo umieszczonej, płytkiej, — rynienki łódkowatej *(sulcus navicularis.* R. P.) ograniczonej dwoma, równolegle ciągnącemi się, tępemi grzebieniami: — grzebieniem łódkowatym przyśrodkowym *(crista navicularis med.*

R. P.) i — grzebieniem łódkowatym bocznym *(crista navicularis lat.* R. P.) (rys. 472 i 472A).

W ten sposób kość skokowa Parzystokopytowców jest zaopatrzona w dwa bloczki, z których jeden, górny, stanowi zwykły — »bloczek goleniowy« *(trochlea cruralis)* pozostałych ssaków, a bloczek drugi, umieszczony wdole, — »bloczek dolny« *(trochlea inf.)* jest tworem swoistym, nabytkiem Przyosiowców. Wzajemne stosunki obu bloczków przedstawia rys. 472A! Czem należy wytłomaczyć powstanie bloczka dolnego u Przyosiowców i jakie jest jego znaczenie bjomechaniczne, na to nie znajdujemy, chwilowo, odpowiedzi!



Rys. 472. Kość skokowa *(talus)* owcy, widziana od przodu.



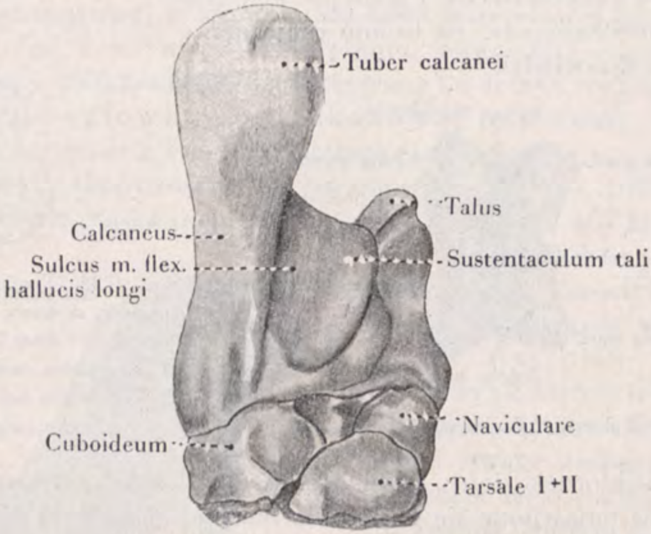
Rys. 472A. Przekrój strzałkowy przez k. skokową owcy *(Ovis aries* L.).
1 — *trochlea naviculocuboidea;* 2 — *trochlea tali*; 3 — *facies artic. calcanea.*

U *Suinae* bloczek dolny kości skokowej posiada budowę bardziej zawiłą przez pojawienie się po stronie bocznej grzebienia łódkowatego bocznego płaskiej — powierzchni stawowej sześciennej *(facies artic. cuboidea)*, służącej, jak z samej nazwy wypływa, do połączenia z odcinkiem przyśrodkowym samoistnej kości sześciennej (rys. 469).

Powierzchnię boczną kości charakteryzuje obecność, rozległego lecz płytkiego, — dołu więzadłowego *(fossa ligamentosa)* na powierzchni przyśrodkowej zaś wznoszą się dwa guzki, z których jeden mniejszy i położony bardziej ku tyłowi nazwiemy — guzkiem więzadłowym *(tuberculum ligamentosum)*, większy zaś i wysunięty bardziej ku przodowi zasługuje na nazwę — wyrostka przyśrodkowego *(proc. medialis tali).* U człowieka wyrostek przyśrodkowy nie występuje natomiast na powierzchni bocznej widnieje dobrze zarysowany, trójkątny — wyrostek boczny *(proc. lateralis tali)* (rys. 466).

2) Kość piętowa, zwana również — kością odstrzałkową, *calcaneus* s. *os tarsi fibulare*; ca.) u Lądowców pierwotnych (np. u ✝ *Stegocephala)* leżała obok kości skokowej a bezpośrednio przed kością strzałkową (stąd nazwa—*fibulare!)* z którą nawiązywała szeroką

łączność (rys. 457). U ssaków, naskutek uwstecznienia kości strzałkowej, kość piętowa **o s u n ę ł a s i ę p o d k o ś ć s k o k o w ą**(!) przezco jej związek ze strzałką uległ zwężeniu *(Perissodactyla, Carnivora, Primates)* lub też, w najlepszym razie, ogranicza się do dość luźnego stosunku za pośrednictwem swoitego — **w y r o s t k a s t r z a ł k o w e g o** *(proc. fibularis* R. P.) którego obecność stwierdzamy u: *Monotremata, Marsupialia, Duplicidentata, Proboscidea, Artiodactyla* a zpośród postaci wykopaliskowych u: + *Amblypoda,* + *Embrithopoda,* + *Notoun-*

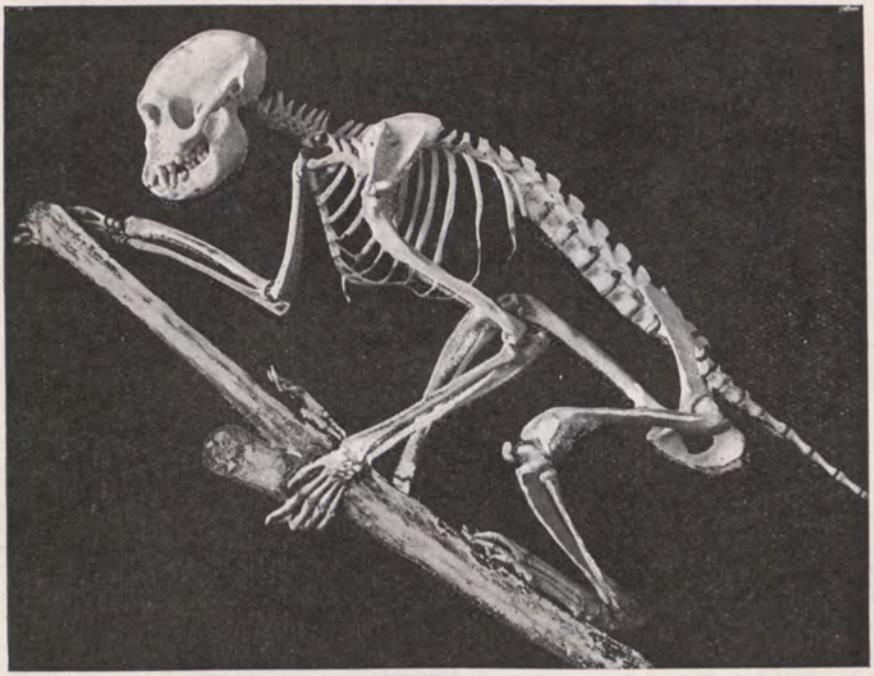


Rys. 473. Stęp k o n i a, widziany od tyłu.

gulata i u + *Creodontia!* Z postaci jego wynika że ów wyrostek kości piętowej (rys. 455) jest ostatnią pozostałością po tak ongiś ścisłym związku między kością piętową z jednej a z kością strzałkową z drugiej strony!

Kość piętowa jest największą i najdłuższą kością stępu (rys. 473). Leży ona wtyle i nieco bocznie od kości skokowej i charakteryzuje się, przedewszystkiem, obecnością wielkiego, spłaszczonego w kierunku poprzecznym, wyrostka odchodzącego ku górze i ku tyłowi zwanego — **g u z e m p i ę t o w y m** *(tuber calcanei)* długość którego jest wykładnikiem długości ramienia dźwigni stopowej (rys. 461). U istoty stopochodnej, jaką jest człowiek, guz piętowy służy, narówni z główkami I i V kości śródstopia, jako jeden z najważniejszych punktów oparcia stopy (»pięta«!) (rys. 462). Naskutek powyższego guz nie wznosi się u niego ukośnie, jak to ma miejsce u palcochodów *(digitigrada)*, lecz jest położony poziomo.

Koniec guza czyli — szczyt *(apex)* jest zazwyczaj lekko wklęsły i częściowo gładki (kaletka śluzowa!) a częściowo chropowaty. Widnieją na nim z każdej strony po jednym zaokrąglonym, gładkim guzku. U Koniowatych w wierzchołku guza piętowego rozróżniamy mniejszy—guzek przedni *(tbc. minus)* i nieco większy—guzek tylny *(tbc. maius)* natomiast u Mięsożernych widnieje na nim strzałkowo położona szeroka, gładka brózda.



Rys. 474. Kościec przedstawiciela Naczelnych w postawie nadrzewnej.

Na szczycie guza piętowego kończy się mięsień trójgłowy łydki *(m. triceps surae)*, pełniący doniosłą rolę w mechanice chodu, cały zaś guz może być uważany za kostną dźwignię jednoramienną a przeto długość jego nie może być dla anatoma obojętna.

Ważną dalej cechą guza piętowego jest stosunek jego przestrzenny do bloczka skokowego. Otóż, jak widać (rys. 476) guz jest umieszczony bardziej wtyle i bocznie od bloczka, w czem zdradza kierunek oraz charakter rodowej »wędrówki« kości piętowej pod kość skokową.

Część kości piętowej, położoną poniżej guza nazywamy—trzonem *(corpus os. calcanei)*. Ma on kształt poprzecznie spłaszczonej, nieprawi-

dłowej, grubej płytki, której powierzchnia przednia wykazuje dwie (lub więcej) wklęsłe powierzchnie stawowe przeznaczone do połączenia z kością skokową. Owe powierzchnie stawowe przedziela płytka lecz rozszerzająca się bocznie — rynienka kości piętowej *(sulcus os. calcanei)*, nakładająca się na podobną rynienkę kości skokowej, o czem była mowa powyżej (rys. 461ca).



Rys. 475. U człowieka kończyny górne odgrywają w czasie chodu jedynie rolę wspomagającą, polegającą na odchylaniu położenia środka ciężkości ku przodowi. Ruch kończyn odbywa się w sposób naprzemienny. «Opad» kończyny dolnej odbywa się na guz piętowy, «odlot» za pośrednictwem palców, przy silnie zgiętym stawie skokowym górnym.
Rysunek wykonano na podstawie zdjęcia fotograficznego.

Jako reminiscencja stanu pierwotnego widnieje u Przeżuwaczy (a niekiedy i u Mięsożernych), na powierzchni bocznej trzonu nikły — wyrostek strzałkowy *(proc. fibularis)*, służący do zestawienia z kostką boczną kości strzałkowej wzgl. z jej odpowiednikiem u Przeżuwaczy t. j. ze — strzałeczką *(os. malleolare)* (rys.461A). Była już o tem mowa powyżej.

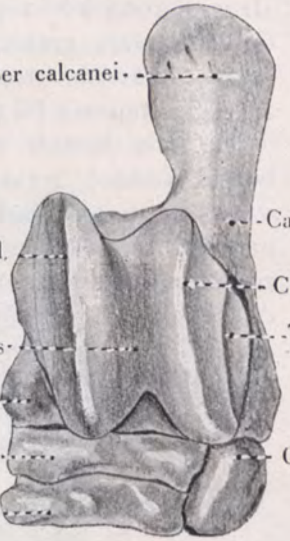
Po stronie przyśrodkowej odchodzi od trzonu krótki lecz krępy wyrostek — podpórka kości skokowej *(sustentaculum tali)*, podstawę którego opasuje od tyłu szeroki i gładki — rowek zginacza palucha *(sulcus m. flexoris hallucis longi)*. Powierzchnia przednia podpórki jest wklęsła, stanowiąc część powierzchi stawowej dla kości skokowej.

Wdole trzon łączy się, mniej lub bardziej, płaską — powierzchnią sześcienną *(facies cuboidea)*, często podzieloną nikłym rowkiem na dwie wtórne, z takąż powierzchnią kości sześciennej *(cuboideum)*.

3) Kość łódkowata *(naviculare s. centrale)*; n. jest umieszczona w części przyśrodkowej stępu granicząc: wgórze z główką wzgl. z bloczkiem kości skokowej, wdole z trzema kośćmi stępu (t_1, t_2, t_3,) a bocznie z kością sześcienną (rys. 457, 458, 459, 460).

Nieomal zawsze posiada ona kształt spłaszczonej w kierunku pionowym płytki, górną swą wklęsłą — powierzchnią stawową sko-

k o w ą *(facies artic. astragalea)* obejmującą główkę kości skokowej. Powierzchnia stawowa dolna łączy się z trzema kośćmi stępowemi (*tartalia* I, II, III) i dla tego celu jest wyposażona w trzy płaskie powierzchnie stawowe wtórne. Zgrubiała krawędź przyśrodkowa kości kończy się wolno, krawędź zaś boczna styka się płaską — p o w i e r z c h n i ą s t a w o w ą s z e ś c i e n n ą *(facies artic. cuboidea)* z dolną powierzchnią kości sześciennej *(cuboideum)* (rys. 476).

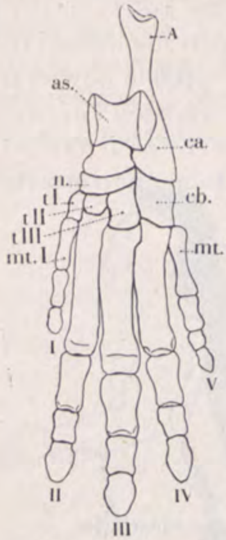


Rys. 476. Stęp k o n i a, widziany od przodu. Zwrócić szczególną uwagę na kierunek laterowersyjny osi bloczka kości skokowej, na brak szyjki w kości skokowej oraz na położenie guza piętowego *(tuber calcanei)* w stosunku do bloczka skokowego!

U P r z e ż u w a c z y stawowe połączenie wymienionych kości zastępuje zrost zespalający je w jedną szeroką lecz płaską—k o ś ć ł ó d k o w a t o s z e ś c i e n n ą *(cubonaviculare)*; n + cb), rozpościerającą się od krawędzi przyśrodkowej aż po krawędź boczną stopy (rys. 478).

4) K o ś ć s t ę p o w a I *(tarsale* I; t. I), zwana również — k o ś c i ą k l i n o w a t ą p i e r w s z ą *(os cuneiforme* I), jest umieszczona po stronie przyśrodkowej stopy (rys. 457), tworząc rodzaj pomostu między podstawą I kości śródstopia *(metatarsale* I) i kością łódkowatą (rys. 461).

U człowieka, u którego w mechanice chodu palec I odgrywa pierwszorzędną rolę (jest największy!) kość stępowa I jest największą spośród trzech kości stępowych. Zupełnie odmienne stosunki znajdujemy u ssaków dotkniętych uwstecznieniem lub strąceniem palca I. Istotnie, jeżeli chodzi o ssaki udomowione, kość stępowa pierwsza przedstawia



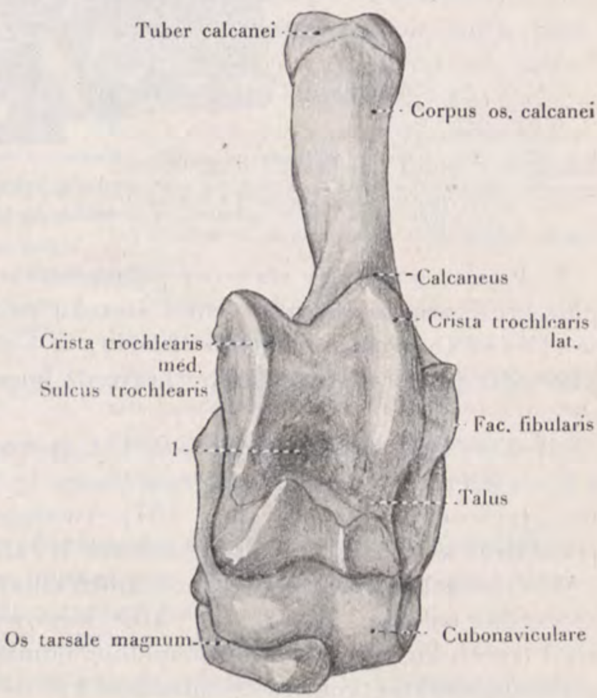
Rys. 477. ✝ *Phenacodus* Powierzchnia grzbietowa stopy (por. z rys. 476)
Znaczenia skrótów: as — *talus*; ca — *calcaneus;* A — *tuber calcanei*: cb — *cuboideum*; n — *naviculare*; t. I — *tarsale I*; mt. I — *metatarsale I.*

Najczęściej k. stępowa druga jest jakgdyby wciśnięta w obręb stępu przez wydłużoną podstawę drugiej kości śródstopia (mt. III). W takich przypadkach tę ostatnią nazywamy — kością śródstopia uwięzioną *(metatarsale II incarceratum* R. P.) (rys. 461).

6) Kość stępowa III lub — kość klinowata III *(tarsale* III; t. III; *os cuneiforme* III) się jako drobna płytka zrastająca się niekiedy (u Koniowatych) z kością stępową drugą *(tarsale II).*

5) Kość stępowa II *(tarsale* II; t. II) albo — kość klinowata druga *(os cuneiforme* II) jest położona między podstawą drugiej kości śródstopia *(metatarsale II)* i kością łódkowatą, granicząc od strony przyśrodkowej z kością stępową I (t. I) zboku zaś z kością stępową III (t. III) (rys. 457).

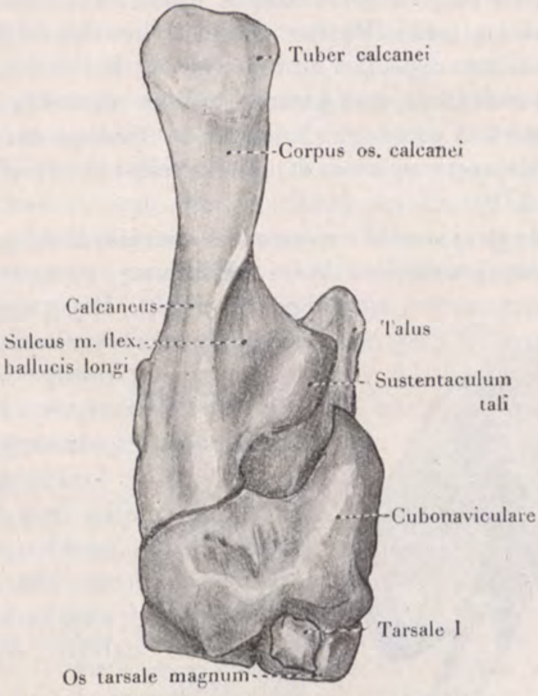
Ma ona kształt nieprawidłowej, drobnej bryłki kostnej, występującej nawet u ssaków o uwstecznionym palcu drugim, mogącej jednak, jak to ma miejsce u Przeżuwaczy, ulec zespoleniu z kością stępową III (t. III) w jedną niepodzielną — kość stępowę złożoną *(tarsale compositum s. tarsale magnum)* (rys. 478).



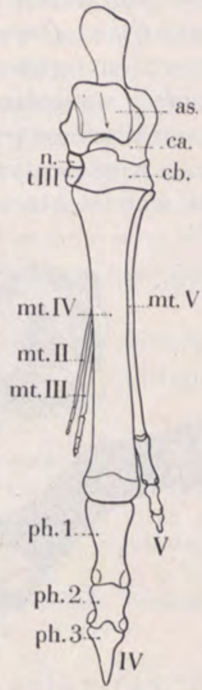
Rys. 478. Stęp krowy, widziany od przodu.

jest wklinowana między podstawę II kości śródstopia i kość łódkowatą w kierunku pionowym i między kość stępową II (t. II) i kość sześcienną w kierunku poprzecznym (rys. 457).

U Koniowatych wspierającego się li tylko na palcu III kość stępowa III przybiera postać szerokiej, spłaszczonej w kierunku pionowym płytki, przypominającej kształt kości łódkowatej (rys. 476). U Przeżuwaczy, jak już wiemy, kość stępowa III łączy się z kością stępową II w jedną niepodzielną — kość stępową złożoną *(os tarsale compositum* s. *tarsale magnum* t. II + t. III) (rys. 479).



Rys. 479. Stęp krowy, widziany od tyłu.



Rys. 480. Stopa kangura *(Macropus)*, widziana od strony grzbietowej. Przemieszczalność typu skokowego często wyraża się, jak to ma miejsce i tutaj, przerostem czwartego promienia autopodjalnego z jednoczesnem uwstecznieniem promieni pozostałych (zwłaszcza II i III! pierwszego brak zupełnie!), as.—*talus*; ca.—*calcaneus*; cb. — *cuboideum*; u — *naviculare*; t. III — *tarsale* III.

7) Kość sześcienna *(cuboideum;* cu) stanowi produkt połączenia IV i V kości stępowych (t. IV + t. V) tworzących ongiś podstawy dla IV i V kości śródstopia, podobnie jak to ma miejsce z trzema kośćmi stępowemi *(tarsalia* I — III) w stosunku do pozostałych kości śródstopia. Budową więc swą wpełni przypo-

imna ona również złożoną z IV i V kości nadgarstkowych (c. IV c. V) i kość haczykowatą ręki (rys. 457).

Kość sześcienna mieści się w części bocznej stopy łącząc się wdole z podstawami IV i V kości śródstopia *(metatarsale* IV et V), dośrodkowo z kością stępową III (t. III) i z kością łódkowatą i wreszcie wgórze z trzonem kości piętowej. Powierzchnia tylna kości tworzy poprzeczną wyniosłość zwaną — guzowatością kości sześciennej *(tuberositas os cuboidei)*, pod którą widnieje ukośnie ciągnącym się głęboki — rowek kości sześciennej *(sulcus os. cuboidei)*, wywołany przebiegającem w niem ścięgnem mięśnia strzałkowego długiego (rys. 473 i 479).

U Koniowatych krawędź przyśrodkowa kości sześciennej żłobi płytkie wcięcie które, z podobnem wcięciem kości łódkowatej i kości stępowej III (t. III), tworzy razem krótki — przewód stępowy *(canalis tarsi)*. U Przeżuwaczy kość sześcienna zespala się, jak już wiemy, z kością łódkowatą w płaską lecz szeroką — kość łódkowatosześcienną *(os cubonaviculare)*, ciągnącą się wpoprzek całego stępu (rys. 478).



Rys. 481. *Loris* (wg. F. Wood Jones'a) w postawie nadrzewnej.

Staw goleniowo-skokowy albo — staw skokowy górny *(art. talocruralis)* jest stawem jamowym typu zawiasowego, łączącym nasady dolne kości piszczelowej i kości strzałkowej (wzgl. jej pozostałości) z bloczkiem kości skokowej, a u *Artiodactyla* i z wyrostkiem strzałkowym kości piętowej.

Luźną torebkę, przymocowywującą się u brzegów powierzchni stawowych, wzmacniają po bokach dwa silne więzadła: — więz. poboczne piszczelowe i — więz. poboczne strzałkowe. 1) Więz. poboczne piszczelowe *(lig. collaterale tibiale s. mediale)* rozpoczyna się na kostce przyśrodkowej piszczeli *(malleolus med.)* skąd zdąża wdół rozwijając się nakształt wachlarza, wysyłającego pojedyńcze pasma do kości skokowej, piętowej, łódkowatej, pierwszej kości stępowej i do nasady górnej drugiej gości śródstopia *(metatarsale* II). Innemi słowy

więzadło to możemy porównać do szerokiej wstęgi, rzuconej z kostki przyśrodkowej kości piszczelowej na wszystkie składniki krawędzi przyśrodkowej stępu. W całej masie więzadłowej dają się wyosobnić dwie warstwy, z których — warstwa powierzchowna, zdążająca ku przodowi uniemożliwia zbyt wielkie odchylanie się kości piszczelowej ku tyłowi, warstwa zaś położona głębiej — warstwa głęboka kieruje się wdół i ku tyłowi, hamując nadmierne wychylanie się goleni ku przodowi. 2) Więz. poboczne strzałkowe *(lig. collaterale fibulare s. laterale)* posiada budowę bardzo zbliżoną do utkania więzadła przyśrodkowego. W samej rzeczy i ono rozpoczyna się wgórze na kostce, tym razem jednak na kostce strzałkowej *(malleolus lat.)*, poczem zmierza ku krawędzi bocznej stępu, kończąc się dobrze wyosobnionemi pasmami na kości skokowej, piętowej, sześciennej i na nasadzie górnej IV kości śródstopia *(metatarsale IV)*. I w tem więzadle włókna układają się w dwie warstwy — powierzchowną, kierującą się ku przodowi i — warstwę głęboką, zmierzającą wtył.

Ze względów praktycznych zasługuje na uwagę, iż jama stawowa opisywanego stawu komunikuje się zawsze z jamą stawu śródstępowego.

Mechanika stawu skokowego górnego. Wobec swoistego ukształtowania powierzchni stawowych (bloczek kości skokowej i klamra goleniowa!) i układu wiązadeł pobocznych w stawie skokowym górnym, zachodzić mogą jedynie ruchy — zginania i — prostowania, zakres których jest regulowany przez mięśnie zginacze i prostowniki. Należy zaznaczyć, że jeżeli chodzi o Kopytne to wiele przemawia za tem, że staw ten jest stosunkowo mało ruchomy i że funkcją zginania obarczają się głównie palce!

Staw śródstępowy albo — staw skokowy dolny *(art. intertarsalis)* jest stawem ścisłym *(amphiarthrosis)* łączącym kość skokową i kość piętową z jednej strony z kośćmi łódkowatą i sześcienną z drugiej. Cienka lecz mocno napięta torebka stawowa ogranicza ciasną jamę stawową, łączącą się z jamą stawu skokowego górnego. Ścianę torebki wzmacniają: od strony grzbietowej — więz. grzbietowe stępu od strony zaś podeszwowej — więz. podeszwowe stępu. Więzadło grzbietowe stępu *(lig. tarsi dorsale)* tworzy rodzaj szerokiej blaszki, rozpoczynającej się wtyle na kości skokowej, skąd zdąża ku przodowi i wdół, by przymocować się na nasadach górnych kości śródstopia. Po drodze więzadło oddaje liczne pęczki włókien do powierzchni grzbietowej kości łódkowatej, kości sześciennej i kości stępowych (t. I — t. III). Więzadło podeszwowe stępu *(lig. tarsi plantare)* ma kształt szerokiej i grubej wstęgi, rozpoczynającej się na obu guzkach guza piętowego, skąd ciągnie wdół po powierzchni po-

deszwowej stępu, by skończyć się na podstawach kości śródstopia. Po drodze więzadło podeszwowe wysyła wiązki włókien do kości sześciennej i trzeciej kości stępowej (t. III).

Poza temi dwoma więzadłami istnieje jeszcze szereg innych, łączących sąsiadujące kości. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć — więz. piętowoskokowe międzykostne *(lig. talocalcaneum interosseum)*, umieszczone w zatoce stępowej a wiążące, jak z samej rzeczy wynika, kość piętową z kością skokową.

Mechanika stawu skokowego dolnego. Śledząc historję ukształtowania się stawu skokowego dolnego stwierdzamy, że podczas gdy jeszcze u gadów, a zwłaszcza u ptaków posiada on doniosłe znaczenie, u ssaków o kończynach typu nośnego, a więc u ssaków prowadzących tryb życia wyraźnie lądowy, rola stawu skokowego dolnego przekazana zostaje stawowi goleniowoskokowemu. Tem należy wytłumaczyć bardzo ograniczoną ruchomość omawianego stawu, sprowadzającą się jedynie do nieznacznych przesunięć, nie wpływających na mechanikę całego stawu. U ssaków pędzących żywot nadrzewny *(Marsupialia, Primates)* i u człowieka w stawie skokowym dolnym mają miejsce ruchy — przywodzenia *(adductio)* i — odwodzenia *(abductio)* stopy, niezbędne przy wspinaniu się na drzewa.

Staw łódkowostępowy *(art. naviculotarsale)* jest stawem jamowym typu ścisłego, łączącym kość łódkowatą z trzema kośćmi stępowemi *(tarsalia* I — III). Te ostatnie wiąże w jedną całość grube — więzadła międzykostne *(ligg. interossea)*. Mocno napięta torebka stawowa wespól z więzadłem grzbietowem i podeszwowem stępu wyklucza jakiekolwiek ruchy o większem praktycznem znaczeniu.

Jama stawowa komunikuje się zwykle z jamą stawu stępowośródstopowego.

b. Śródstopie:
(metatarsus, metapodium post.).

W skład—śródstopia wchodzi pięć — kości śródstopia *(metatarsalia;* mt.), które liczymy od strony krawędzi przyśrodkowej stopy (rys. 459). Zarówno kształtem jak i budową kości śródstopia w znacznym stopniu przypominają odpowiedniki ich w kończynie przedniej czyli kości śródręcza *(metacarpalia)*. I tak w każdej z nich rozróżniamy — koniec górny albo — podstawę *(basis os. metatarsalis)*, lekko pałąkowato wygięty ku tyłowi — trzon *(corpus)* oraz — koniec dolny, przyjmujący niekiedy postać — główki *(capitulum)* (rys. 482).

Poszczególne kości są przedzielone wąskiemi — przestrzeniami międzykostnemi *(spatia interossea metacarpi)*, które u Mięsożer-

nych naskutek znacznego zbliżenia końców górnych kości śródstępia ograniczają się do nieomal niedostrzegalnych szpar. U ssaków pięciopalczastych wzgl. o upalczeniu mało strąconem (zredukowanem) składniki śródstopia są ułożone tak, iż ograniczają widniejącą wtyle płytką i szeroką — rynienkę śródstopia *(sulcus metatarsi* R. P.). Zresztą jak wiemy podobne stosunki dają się stwierdzić i w śródręczu!

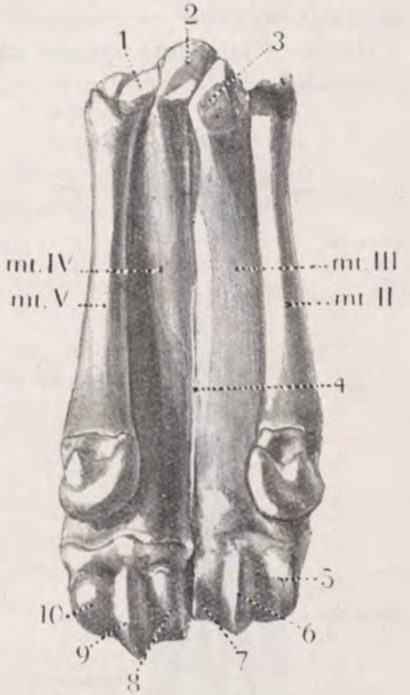
U człowieka kości śródstopia wykazują kształt wybitnie pałąkowaty, zwracając swe wklęsłości ku stronie podeszwowej, przezco biorą udział w budowie t. zw. — sklepienia stopowego oczem będzie jeszcze wzmianka poniżej.

Naskutek strącania palców, mającego miejsce u ssaków prowadzących tryb życia ściśle naziemny i ilość kości śródstopia ulega ograniczeniu w porządku, w głównych linjach, odpowiadającemu kolejności redukcji w kończynach przednich.

U ssaków bliżej nas interesujących skład śródstopia przedstawia się następująco:

Hominidae:	I + II + III + IV + V
Carnivora:	II + III + IV + V
Leporidae:	II + III + IV + 5
Suinae:	2 + III + IV + 5
Ruminantia:	β +(III + IV)
Equidae:	δ + III + δ

(w klamrze ujęte są kości ze sobą zrośnięte).



Rys. 482. Śródstopie świni dom., widziane od strony podeszwowej (por. z rys. 483).
1, 2, 3 — *tuberositas os. metatarsalis* V, IV, III; 4 — *spatium interosseum metatarsi*; 6 — *crista sagittalis.*

Jak z powyższego zestawienia widzimy, u Przeżuwaczy zrastają się kość śródstopia III (mt. III) z kością stódstopia IV (mt. IV) w jedną — kość śródstopia złożoną *(metatarsale compositum;* mt. III + mt. IV), na której widnieje po stronie przyśrodkowej szczątkowa — kość śródstopia II (mt. II) natomiast kość śródstopia V (mt. V) zginęła doszczętnie (rys. 483).

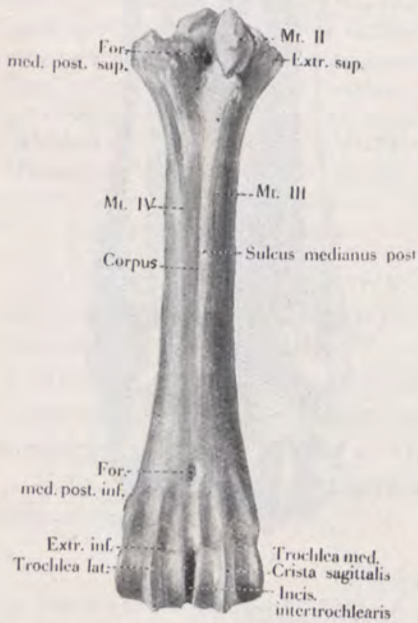
Pomijając więc identyczny skład kości śródstopia złożonej obu par kończyn u Przeżuwaczy dają się jednak stwierdzić poważne różnice

w liczbie porządkowej składnika dodatkowego, co uwidocznimy w następującym wzorze kończynowym:

kończyna przednia = (III + IV) + ε
kończyna tylna = β + (III + IV)

Kość śródstopia złożona *(metatarsale compositum;* mt. III + mt. IV) posiada budowę wpelni przypominającą budowę kości śródręcza złożonej ręki.

Bardzo charakterystyczny układ stosunków w śródręczu znajdujemy u *Suinae.* W danym przypadku chodzi o budowę podstaw kości śródstopia. Otóż, stwierdzamy tam, na stronie podeszwowej kości śródstopnych III, IV i V (mt. III, IV, V) (rys. 482) silne — guzowatości podeszwowe *(tuberositates plantares),* zwrócone ku tyłowi i nieco bocznie. Zasługuje na podkreślenie, że u *Dicotyles* guzowatości III i IV kości śródstopia ulegają zrostowi, co stanowi, niewątpliwie, prolog zrostu owych kości śródstopia w kość śródstopia złożoną *(metatarsale compositum),* co stwierdzamy u Przeżuwaczy.



Rys. 483. Śródstopie krowy, widziane od tyłu.

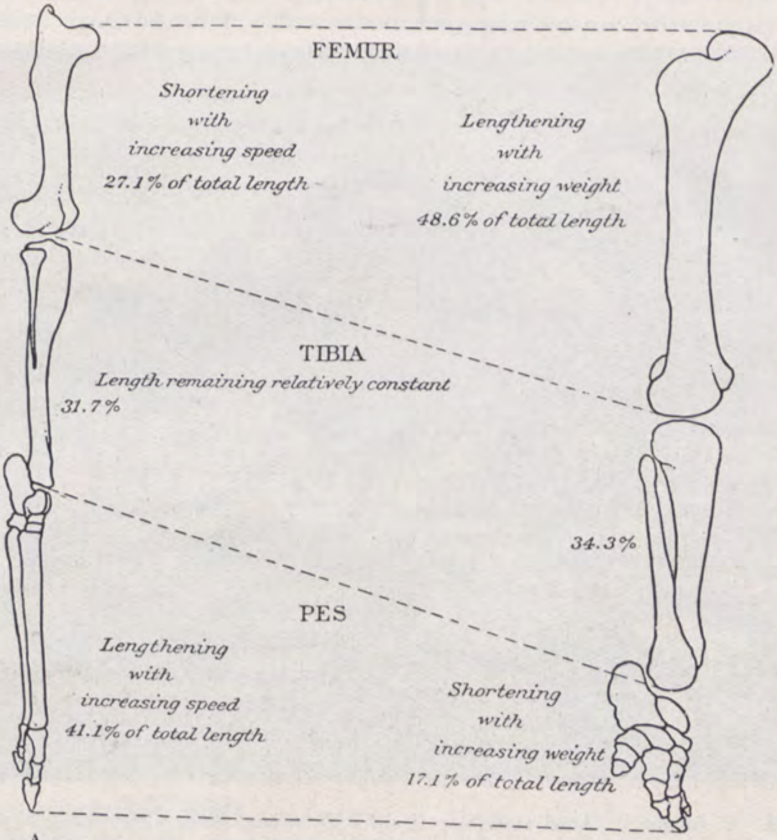
U jednopalczastych — Koniowatych, podobnie jak w kończynie przedniej, zasadniczą rolę przejmuje — kość śródstopia III (mt. III), natomiast obydwie kości poboczne (mt. II i mt. IV) i tym razem występują pod postacią szczątkowych — kości rylcowatych *(styloidea)* (rys. 22 i 386).

Kość śródstopia III kształtem swym bardzo przypomina budowę kości śródręcza III (mc. III) z tem jednak, iż wtyle jest ona mniej spłaszczona i że przeto bardziej zbliża się do postaci walca. Koniec górny kości posiada dużą, płaską powierzchnię stawową przeznaczoną do połączenia z trzecią kością stępową (t. III), po obu stronach której widnieją drobne powierzchnie stawowe dla drugiej kości stępowej (t. II) i dla kości sześciennej (c b.).

U Mięsożernych, a więc u ssaków umiejących przybierać postawę »siedzącą« ciężar ciała wspiera się na wyprostowanych kończynach

przednich i na zgiętych kończynach tylnych, przyczem w tych ostatnich palce stóp wraz z kośćmi śródstopia i stępami ustawiają się we wzajemnem prostolinijnem przedłużeniu układając się poziomo na podłożu.

Bardzo charakterystyczny układ stosunków śródstopia obserwujemy u niektórych ssaków skaczących (rys. 480). Mam na myśli niektórych



Rys. 484. Kończyny tylne, widziane zboku: A — ✝ *Neohipparion*; B — ✝ *Mastodon* (wg. H. F. Osborn'a).

U ✝ *Neohipparion*'a, jako u przedstawiciela ssaków szybkobieżnych daje się stwierdzić, rzucające się w oczy, wydłużenie *autopodium* (41.1% długości całej kończyny!) oraz przykrócenie *stylopodium* (zaledwo 27.1% długości całej kończyny!).

U ciężkochoda jakim jest — ✝ *Mastodon* przystosowanie poszło we wręcz odmiennym kierunku: wydłużenie *stylopodium* (48.6%!) i jednoczesne przykrócenie *autopodium* (tylko 17.1% długości całej kończyny!).

W obydwóch przypadkach *zeugopodium* wykazuje raczej nikłe zmiany przystosowawcze.

W powyższym rysunku nie zostały uwzględnione prawidłowa kątowe załamania między poszczególnemi składnikami kończyny!

przedstawicieli zpośród Gryzoni oraz Torbaczy. Otóż, w związku ze swoistą im techniką przenosinową skokową, śródstopie kończyn tylnych ulega niepomiernemu wydłużeniu w stosunku do kończyn przednich (u *Alactaga* naprzykład kończyny tylne są czterokrotnie dłuższe aniżeli kończyny przednie!!!) a jednocześnie stwierdzamy, mniej lub bardziej wyraźną, dążność do zcalenia poszczególnych kości śródstopia w jedną — kość śródstopia potrójną *(os metatarsale triplex)*.



Rys. 485. U *Jaculus* L. kości śródstopia II, III i IV tworzą jedną, niepodzielną, — *metatarsale triplex* a którą cechuje ponadto niepomierne wydłużenie, będące wykładnikiem przemieszczalności typu skokowego. W. p: $\frac{\mathrm{I} + \mathrm{II} + \mathrm{III} + \mathrm{IV} + \mathrm{V}}{(\mathrm{II} + \mathrm{III} + \mathrm{IV})}$.

którego technika przenosinowa polega zasadniczo na wykonywaniu szeregu skoków, rozprężających się kończyn tylnych, przyczem kończyny przednie nie odgrywają w tem żadnej roli. Zresztą nieomal wyłączne obciążenie kończyn tylnych techniką przenosinową skokową stwierdzamy i u innych kręgowców, że wymienię zpośród płazów taką np. żabę!

A więc, u wymienionego powyżej *Alactaga (Rodentia)* kość śródstopia złożona składa się ze ściśle ze sobą zrośniętych II, III i IV kości śródstopia, natomiast zarówno kość śródstopia I jak i V wykazują, daleko posunięte uwstecznienie. Podobne, ale jeszcze w wyższym stopniu, przystosowanie stwierdzamy u drobnego Skoczka *(Dipus aegyptiacus)*.

Nieco zbliżony układ stosunków, aczkolwiek wywołany odmiennemi czynnikami, stwierdzamy u niektórych Torbaczy. Chodzi o to, że niektóre zpośród nich *(Macropodidae)* pierwotnie prowadziły żywot nadrzewny, co spowodowało zanik wzgl. uwstecznienie pierwszych trzech kości śródstopia i odnośnych palców (I + II + III) a jednocześnie znaczne wydłużenie V a zwłaszcza IV promienia stopowego (rys. 480). Zmiana bytowania nadrzewnego na bytowanie naziemne ustaliła owe stosunki nadając kończynom tylnym charakter kończyn wybitnie przystosowanych do przemieszczalności skokowej. Dzięki powyższemu śródstopie kangura składa się zasadniczo tylko z dwóch jednostek kostnych: z silnie rozwiniętej kości śródstopia IV i nieco uwstecznionej kości śródstopia V.



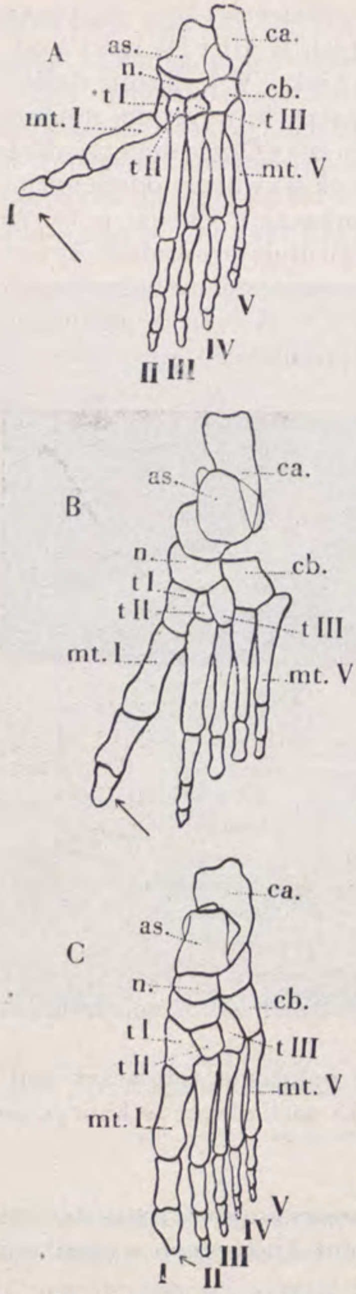
Rys. 486. Lewa stopa człowieka, widziana od strony przyśrodkowej.
Zwrócić uwagę na umiejscowienie i na budowę — zatoki stopowej *(sinus pedis)*, wysklepiającej stopochodne autopodium człowieka, a która jest uważana przez niektórych autorów za świadectwo bytowania nadrzewnego odległych przodków *Hominidae*.

Trzeszczki śródstopowopalcowe *(ossa sesamoidea phalangis primae pedis)* występują nieomal u wszystkich przedstawicieli Kopytnych i Mięsożernych. Znajdujemy je również stale u człowieka na powierzchni dolnej (tylnej) stawu śródstopowopalcowego I palca (rys. 462).

U Koniowatych, zarówno budowa jak i położenie trzeszczek kończyny tylnej, zupełnie przypominają stosunki zachodzące w kończynie przedniej.

Staw stępowośródstopowy *(art. tarsometatarsea)* jest stawem jamowym typu ścisłego, łączącym szereg dolny kości stępu z nasadami górnemi kości śródstopia.

Mocno napiętą torebkę stawową wzmacniają, omówione powyżej — więz. grzbietowe i — więz. podeszwowe stępu. Podobnie jak w stawie śródstępowym ruchomość jest nieznaczna.



Rys. 487. Stopy, widziane od strony grzbietowej: A — s z y m p a n s a; B — ✢ c z ł o w i e k a z C h a n c e l a d e; C. F r a n c u z a w s p ó ł c z. (wg. M. Boule'a). W stopie człowieka wykopaliskowego brak części k. piętowej. Zwrócić szczególną uwagę na stosunek k. skokowej (as) do k. piętowej (ca) oraz na stosunek palca I do palców pozostałych. Co się tyczy rysunku C to należy zauważyć, że u osób chodzących boso palec I nie jest tak zbliżony do palca II jak to ma miejsce w danym przypadku. Znaczenia skrótów: n — k. łódkowata; cb — k. sześcienna; t. I, t. II, t. III — kości stępowe I, II, III; mt. I — k. śródstopia I; mt. V — k. śródstopia V.

c. P a l c e s t o p y.

(digiti pedis, acropodium post.).

Budowa palców stopy u ssaków o kończynach nośnych jest tak dalece podobna do budowy palców ręki, że ograniczymy się tutaj jedynie do rozpatrzenia kilku przypadków, odchylających się od stosunków powyżej opisanych przy kończynie przedniej.

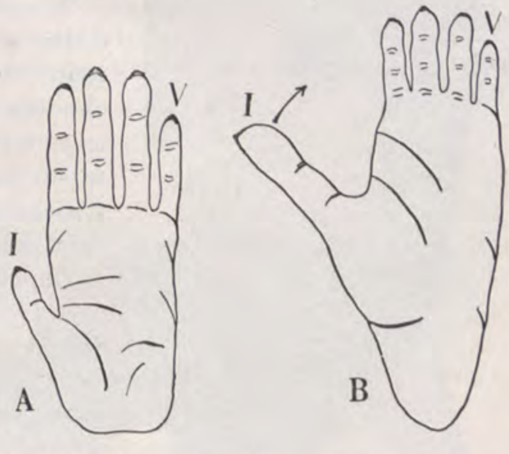
A więc, jeżeli chodzi o Mięsożerne, to zanik palca pierwszego stopy albo »palucha« *(hallux, digitus primus)* jest zazwyczaj dalej posunięty, aniżeli to ma miejsce w ręce i wyraża się najczęściej w jego zupełnym braku, lub też w daleko posuniętem uwstecznieniu jego członów.

Do odmian rzadkich u ssaków należy zaliczyć przypadki, kiedy przed uwstecznionym paluchem widnieje palec dodatkowy, odpowiadający t. zw. — p r z e d p a l u c h o w i *(praehallux)*. Znaczenie tego ostatniego nie jest dotychczas wyjaśnione, jakkolwiek u niektórych ssaków (np. *Marsupialia)* obecność jego należy do zjawisk stałych.

U ssaków prowadzących życie nadrzewne (np. *Anthropomorphae)* palec I nie ulega uwstecznieniu, a nawet nabywa własności przeciwstawiania się *(oppositio)* palcom pozostałym. W ten sposób nietylko

kończyna przednia ale również i kończyna tylna staje się narządem chwytnym, co oczywiście nie jest bez znaczenia w trudnych warunkach zachowania równowagi na konarach drzew (rys. 481). Zasługuje dalej na uwagę, że oś stopy u Człekokształtnych nie przechodzi przez palec III (typ śródosiowy) ani też między palcem III i IV (typ przyosiowy) lecz między palcem I i II, który to układ stopy zaliczamy do — typu doosiowego (endaksonicznego R. P).

Jeżeli u Naczelnych pomimo własności przeciwstawnych palucha, jest on jednak najkrótszy przezco kształt stopy upodabnia się do kształtu ręki, u człowieka (rys. 487) palec pierwszy jest najlepiej i najsilniej rozwinięty, stanowiąc jeden z najważniejszych narządów mechaniki chodu. On to wraz z palcem drugim są najdłuższemi palcami stopy, następne zaś w kierunku kolejnym (III, IV, V) ulegają stopniowemu skróceniu, przyczem palec ostatni (V) wykazuje zazwyczaj, mniej lub bardziej daleko posunięte, uwstecznienie. Na powierzchni podeszwowej stawu, łączącego człon pierwszy z członem drugim palucha (I), znajdujemy stale nieparzystą — trzeszczkę paluchową *(os. sesamoideum hallucis)* (rys. 462).

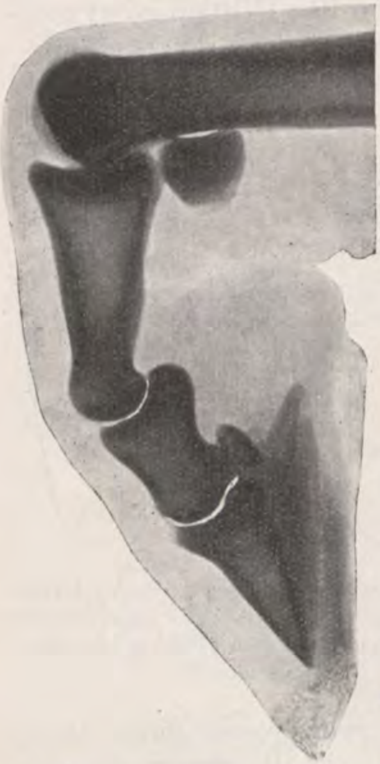


Rys. 488. Lewe *autopodia* szympansa *(Anthropopithecus troglodytes* L.), widziane od strony dłoniowej. A — ręka; B — stopa. Por. ze stosunkami u *Hominidae!*

Na szczególną uwagę zasługuje budowa stopy, jako-całości, u człowieka w związku z jego postawą dwunożną (rys. 462). O stopniowem skracaniu się stopy w kierunku od palca I do palca V była wzmianka powyżej. Ponadto kościec stopy układa się w ten sposób, że przybiera postać, sklepienia — sklepienia stopowego *(fornix pedis)*, opierającego się przy następowaniu o podłoże jedynie na trzech punktach a mianowicie na guzie piętowym, na stawie śródstopowopalcowym palucha (I) na stawie śródstopopalcowym palca V. W ten sposób począwszy od guza piętowego aż po stawy śródstopowopalcowe rozpościera się pod stopą obszerna — zatoka stopowa *(sinus pedis)* otwierające się szeroko po stronie przyśrodkowej stopy lecz przewężająca się w kierunku bocznym stopy. Wyrazem owej zatoki jest u czło-

wieka żywego wcięcie, widniejące po stronie przyśrodkowej stopy, a które zwiemy — wnęką stępową *(hilus pedis)* (rys. 486).

Pochodzenie prawidłowego wysklepienia stopy człowieka nie jest dotychczas wystarczająco wyjaśnione; według Klaatsch'a zostało ono wywołane bytowaniem nadrzewnem odległych naszych przodków.



Rys. 489. Mechanizm zgięcia palca, widziany w promieniach Rentgena (wykonał doc. dr. Józef Kulczycki).

W technice przenosinowej kończyn tylnych niezwykle ważną rolę odgrywają palce (por. z rys. 490). One to, dzięki skurczowi silnych zginaczy palcowych, powierzchownego i głębokiego, wraz prostownikami k. udowej przesuwają ciało ku przodowi. Jak widać, najbardziej ruchomym jest staw śródstopowopalcowy, natomiast stawy międzyczłonowe wykazują przesunięcia niewielkie. Na szczególną uwagę zasługuje ponadto, trudna do przewidzenia wędrówka trzeszczki śródstopowopęcinowej!

Znaczenie sklepienia stopowego jest duże, niweczy ono bowiem w znacznym stopniu wstrząsy wywoływane chodem a zwłaszcza biegiem. Tem należy wytłumaczyć, że w przypadkach zapadnięcia się owego sklepienia, co stwierdzamy w t. zw. »stopie płaskiej« chód jest uciążliwy, bolesny i męczący.

Zupełnie odmiennie kształtuje się stopa u typowego i pierwotnego stopochoda jakim jest niedźwiedź *(Ursidae)*. Otóż, u niego zarówno na ręku jak i na stopie najkrótszemi palcami są palce pierwsze, natomiast palce pozostałe (II, III, IV i V) mają w przybliżeniu tę samą długość. Pozatem w stopie brak jest wysklepienia dzięki czemu jest ona stale typu płaskiego (rys. 459).

U Kopytnych palce są, podobnie jak w ręce, mocno wygięte w kierunku grzbietowym, tworzą wraz z osią śródstopia — kąt śródstopnopalcowy (rys. 490) otwarty ku przodowi.

Dwupalczaste Przeżuwacze posiadają palce zbudowane na podobieństwo palców rąk, u Koniowatych zaś kości kopytowe są bardziej wyciągnięte w kierunku strzałkowym, powierzchnia podeszwowa więcej wydrążona a strona przyśrodkowa powierzchni ściennej nieco bardziej stroma.

Stawy palców stopy *(artt. interphalangeae pedis)* wykazują budo-

wę zupełnie podobną do budowy takichże stawów w ręce, nie będziemy więc tej sprawy omawiać.

Rzut oka na mechanikę kończyny tylnej.

Jak już wielokrotnie wspomniałem, głównemi narządami przenosinowemi ssaków są kończyny tylne. One to, podczas fazy zwiększania swej długości czyli w czasie rozwinięcia wywierają parcie za pośrednictwem miednicy na kręgosłup powodując przesunięcie środka ciężkości ciała ku przodowi. Podobnie jak i kończyny przednie, kończyny tylne można uważać za rodzaj belek kilkakrotnie przełamanych wzgl. za narząd sprężynowy, którego długość jest wypadkową siły zginającej (ciężar ciała) i siły prostowniczej (umięśnienie). Z tego względu i tym



Rys. 490. Zwrócić szczególną uwagę na zachowanie się k. t. l. a zwłaszcza jej palca.

razem długość kończyny w stanie spoczynku czyli — długość spoczynkowa nie jest wartością niezmienną, albowiem dzięki kątowym zgięciom poszczególnych jej odcinków wielkość owej długości może ulegać zwiększeniu — rozwinięcie bądź też zmniejszeniu — zwinięcie. Rozróżniamy również dwie fazy dynamiczne, z których jedną, charakteryzującą się wysunięciem końca wolnego kończyny ku przodowi, nazywamy — fazą wysunięcia oraz drugą, którą cechuje cofnięcie kończyny a więc przesunięcie jej ku tyłowi — fazą cofnięcia. Zresztą była o tem mowa przy analizie mechaniki kończyny przedniej!

Wiemy dalej, że podczas gdy kończyna przednia »pracuje« głównie przez zwijanie, kończyna tylna, wprost przeciwnie, przejawia swą największą działal-

ność podczas rozwijania. Rozumie się samo przez się, że owe uogólnienie nie jest zasadą, któraby wykluczała jakiekolwiek wyjątki, wygodnem jest jednak uznanie ją za najbardziej odpowiadającą warunkom bytowania istot nadrzewnych, z których, jak wiemy wywodzą się ssaki.



Rys. 491. Ze znacznie większą słusznością aniżeli dla *Equidae* można powiedzieć, że nieomal wszystkiem w ustroju tego ssaka są jego kończyny (fot. dr. A. Rząśnicki). Zwraca tutaj uwagę ponadto słabo zaznaczone kątowe załamania międzyodcinkowe kończyn (zwłaszcza w kończynach przednich).

Jeżeli w dalszym ciągu za podstawę naszych rozważań przyjmiemy stosunki zachodzące u palcochoda kopytnego — konia, to pierwsza różnica jaka się nam rzuci w oczy, w porównaniu do stosunków zachodzących w kończynie przedniej (por. odnośny rozdział!), jest zgoła odmienne ustawienie poszczególnych odcinków kończyny tylnej oraz inna wartość kątów ustawienia.

A więc, jeżeli kąt nachylenia osi kości biodrowej w stosunku do osi kości udowej nazwiemy — kątem biodrowoudowym (α), kąt zawarty między kością udową i golenią — kątem udowogoleniowym (β), kąt nachylenia goleni do śródstopia — kątem goleniowośródstopowym (γ) a kąt ustawienia śródstopia w stosunku do palca — kątem śródstopowopalcowym (δ) to umieszczając tuż obok wartości owych kątów oraz kierunek ich rozwarcia otrzymujemy następujące zestawienie:

kąt		przeciętna wartość jego w stanie spoczynku kończyny	kierunek
α	=	115°	otwarty ku przodowi
β	=	140°	„ „ tyłowi
γ	=	150°	„ „ przodowi
δ	=	155°	„ „ przodowi

Jak widzimy nietylko wartości kątów między homologicznemi odcinkami obu par kończyn są nieco różne ale również i kierunek rozwarcia ich jest wręcz odmienny.

Ze względu na stawowe a więc ruchome połączenia poszczególnych odcinków kończyny tylnej wartości owych kątów ustawienia nie są wartościami niezmiennemi lecz podlegać mogą, zależnie od fazy ruchu, bądź zwiększeniu bądź zmniejszeniu. Wiemy, że wszelka zwyżka kątów powoduje wydłużenie kończyny a więc jej — rozwinięcie, wszelka zaś zniżka prowadzi do jej skrócenia t. j. do — zwinięcia. Sprowadzenie wszystkich kątów ustawienia do wartości

180° nadałoby kończynie postać prostolinijną, sprowadzenie zaś ich do wartości 0° wywołałoby skrócenie długości kończyny do wartości nie o wiele przekraczającej wartość zera. Oczywiście, że zarówno przypadek pierwszy jak i przypadek drugi nigdy w rzeczywistości nie mają miejsca a »życiowa wartość« kątów wahać się może w znacznie mniejszych ramach aniżeli w granicach od 180° do 0 stopni! Jak to sobie łatwo wyobrazić wszelkie zmniejszenie wartości kątów ustawienia nadaje kończynie postać i własności zbliżone do własności resoru lub sprężyny. Tem należy wytłumaczyć, iż u kręgowców skaczących kąty ustawienia są zawsze stosunkowo małe!



Rys. 492. Na stepach u jeziora Ejassi (fot. dr. Lutz Heck'a)... Chód, a zwłaszcza bieg żyrafy (tym razem — *Giraffa reticulata* de Wint.) posiada wiele cech swoistych, z których najbardziej rzucające się w oczy jest położenie nieruchome szyi. Na załączonym rysunku została podchwycona ta faza biegu kiedy całe ciało opiera się li tylko na przedniej kończynie lewej, powodując wygięcie jej palców w stawie śródręcznopalcowym.

Biorąc pod uwagę dalej wpływ wielkości kątów ustawienia na długość i położenie całej kończyny otrzymujemy poniżej podaną tabelę (+ oznacza zwiększenie odnośnego kąta, znak — zmniejszenie).

	kąt	wpływ jego		kąt	wpływ jego
+	α	rozwija i cofa	—	α	zwija i wysuwa
	β	rozwija i wysuwa		β	zwija i cofa
	γ	rozwija i cofa		γ	zwija i wysuwa
	δ	rozwija i cofa		δ	zwija i wysuwa

Podobnie jak to miało miejsce i w kończynie przedniej, i tym razem, przeważającą rolę pełnią staw biodrowy i staw kolanowy. W samej rzeczy podczas gdy w fazie wysuwania kończyny ku przodowi oś obrotu znajduje się w stawie biodrowym, w fazie nacisku na tułów obrót odbywa się głównie w stawie kolanowym.

Wstęp do anatomji syntetycznej układu kostnostawowego. W przeciwieństwie do — anatomji analitycznej ssaków, przedstawiającej budowę szczegółową i stosunki zachodzące u poszczególnych przedstawicieli tej gromady kręgowców, — anatomja syntetyczna, zwana dawniej — anatomją teoretyczną usiłuje znaleźć czynniki ogólne, kierujące morfogenezą

narządów. Zpośród owych czynników jedne znajdują się w łonie samego ustroju są to — czynniki genetyczne, drugie zaś — czynniki heterogenne obejmują te wszystkie bodźce świata zewnętrznego, które wywierają, w ten lub inny sposób, wpływ na kształtowanie się bądź poszczególnych narządów bądź też całego ustroju.

Odrębny rodzaj czynników stanowią — czynniki współzależnościowe, które są wyrazem wpływu jednego narządu na narząd inny. A więc, była już kilkakrotnie mowa o współzależności mięśniowokostnej. Niektóre skutki owej współzależności podam w streszczeniu w poniższym rozdziale.

a) Uwagi analityczne z zakresu osteologji kończyn.

1. Przeglądając serję kości kończynowych jakichkolwiek ssaków z łatwością stwierdzimy, że niezmiernie rzadko posiadają one kształt całkowicie prosty, a natomiast zreguły są one mniej lub bardziej, pozornie kapryśnie powyginane! Nie jest to, oczywiście, zbieg okoliczności lecz wynik najprzeróżnorodniejszego obciążenia statycznego tworzywa kostnego. Większość z owych krzywizn kostnych nie jest do tej chwili wpełni wyjaśniona, zwrócę więc uwagę jednak na jedną z nich którą nazwiemy — krzywizną różnicową.

Pod nazwą tą rozumiem charakterystyczne wygięcie większości kości kończynowych przejawiające się w tem, że są one w mniejszym lub większym stopniu pałąkowato wygięte, kierując swą wypukłość w stronę prostowniczą danego odcinka kończyny a przedstawiając stronę wklęsłą w kierunku zginaczowym (por. śródręcze, śródstopie, k. promieniową, k. piszczelową i t. d.). Tego rodzaju układ stosunków nie może być wyrazem niczego innego, jak tylko przewagi siłowej ze strony mięśni zginaczy nad mięśniami prostowniczemi. A ponieważ owa przewaga jest zjawiskiem stałem a przeto i brak krzywizny różnicowej należy do zjawisk raczej rzadkich.

Zupełnie analogicznie dałoby się wytłumaczyć powstanie i innych (mniej stałych!) krzywizn, gdyby nie to, że znaczenie czynnościowe poszczególnych zespołów mięśniowych nie jest dotychczas wystarczająco wyjaśnione.

2. Pogląd, że dana kość stanowi pod względem mechanicznym dźwignię wzgl. ramię dźwigni jest słuszny ale bardzo nieścisły, albowiem w rzeczywistości (a co udowodnimy w mjologji) każda kość jest zespołem tylu ramion dźwigni dla ilu mięśni służy ona za miejsce przyczepu (R. P.).

3. Nierównomierna grubość danej kości na jakimkolwiek jej przekroju poprzecznym jest odpowiedzią kości na nierównomierne działanie na nią sił zginających; zawsze na spotkanie siły zginającej większej kość przeciwstawia większą grubość. Powyższem daje się między innemi wytłumaczyć charakterystyczne ustawienie kości w podramieniu jak i w goleni: jak w jednym tak i w drugim przypadku kości są ułożone nie obok siebie lecz raczej jedna za drugą, co oczywiście zwiększa w dużej mierze wytrzymałość tych odcinków kończynowych na wszelkie siły działające w kierunku strzałkowym.

4. Powierzchnie stawowe sięgają nieomal zawsze dalej po stronie zginaczowej kończyny, aniżeli na jej powierzchni prostowniczej. Celem zrozumienia tego ostatniego twierdzenia musimy przypomnieć sobie, że opisany uprzednio obrót kończyn odbył się w zgoła odmiennym kierunku w kończynie przedniej, aniżeli w kończynie tylnej. Wiemy już, że skutkiem powyższego staw łokciowy skierował się ku tyłowi, staw zaś kolanowy ku przodowi, w wyniku czego:

1) w stawie łokciowym ruch zginania (t. j. zmniejszania kąta pod

którym jest ustawione podramię w stosunku do ramienia) odbywa się w kierunku przednim, natomiast w stawie łokciowym odwrotnie — w kierunku tylnym! Tem właśnie należy wytłumaczyć, że

2) powierzchnia przednia kości ramiennej nabiera charakteru — powierzchni zginaczowej *(facies flexoria)*, powierzchnia zaś tylna — powierzchni prostowniczej *(facies extensoria)* i że wszystkie odcinki położone poniżej stawu łokciowego przedstawiają stosunki wręcz odmienne: — powierzchnia przednia staje się — powierzchnią prostowniczą, a powierzchnia tylna — powierzchią zginaczową.

W kończynie tylnej cała powierzchnia przednia ma cechy — powierzchni prostowniczej a cała powierzchnia tylna jest — powierzchnią zginaczową.

Ze względu na to, że określenia te posiadają duże znaczenie w systematyce mjologicznej, podam je jeszcze pod postacią poniższego zestawienia:

kończyna przednia:	kończyna tylna:
Powyżej stawu łokciowego:	Powyżej stawu kolanowego:
powierzchnia przednia = powierzchni zginaczowej	powierzchnia przednia = powierzchni prostowniczej
powierzchnia tylna = powierzchni prostowniczej.	powierzchnia tylna = powierzchni zginaczowej.
Poniżej stawu łokciowego.	Poniżej stawu kolanowego:
powierzchnia przednia = powierzchni prostowniczej	powierzchnia przednia = powierzchni prostowniczej
powierzchnia tylna = powierzchni zginaczowej.	powierzchnia tylna = powierzchni zginaczowej.

W ścisłym związku z tego rodzaju stanem rzeczy i

3) ruchy odcinków dolnych obu kończyn wykazują maximum odchylenia w kierunku tylnym, a to dzięki dążności do stworzenia warunków możliwie najkorzystniejszych przy wykonywaniu ruchów nadających całemu ciału ruch postępowy (ku przodowi)!

Szczupły zasięg powierzchni stawowych po stronie prostowniczej powoduje, wiemy o tem wszyscy dobrze, pewną trudność w technice posuwania się ku tyłowi (w cofaniu się), zwłaszcza jeżeli chodzi o mechanikę kończyn tylnych.

Odmienny układ stosunków w kończynie przedniej, mam na myśli tylko jej odcinek nadłokciowy, jest przyczyną, dla której kończyna ta odgrywa stosunkowo niewielką rolę jako narząd napędowy, bardzo dużą jednak przy ruchach cofania się i hamowania ruchu postępowego a zwlaszcza w niweczeniu wstrząsów podczas biegu i skoków.

b) Uwagi syntetyczne z zakresu arthrologji kończyn.

Wnioski natury ogólnej, które zamierzam na tem miejscu w krótkości przedstawić, nasunęły się niewątpliwie same Czytelnikowi w miarę jak zaznajamiał się z treścią poszczególnych rozdziałów. Będzie więc to czemś w rodzaju memento uskutecznionem z perspektywy oddalenia i pod kątem widzenia mechaniki ruchów... Pozwoli nam to przejść do porządku dziennego nad wielu szczegółami i szczegółikami czekającemi tylko na sposobność by wymknąć się z pamięci i uniemożliwić objęcie okiem całokształtu głównych wytycznych kierujących budową stawów kończynowych.

I otóż, zestawiając — układ stawowy kończyny przedniej z takimże samym — układem kończyny tylnej, z łatwością stwierdzamy, że pomimo różnic je dzielących wykazują one jednak pewien istotny plan zasadniczy, zwłaszcza pod względem bjomechanicznym. Analizę stawów rozpoczniemy, rozumie się od podobieństw, poczem w krótkości przypatrzymy się i ich różnicom!

A więc, gdybyśmy z jednej strony umieścili łańcuch stawowy kończyny przedniej, z drugiej zaś łańcuch kończyny tylnej, uważając by stawy równowartościowe były położone na jednym poziomie to okaże się, że stawy tego samego »piętra« wykazują identyczne, z puktu widzenia czynnościowego, ukształtowanie. Celem uproszczenia zagadnienia, przyjmijmy, iż chodzi o typ kończyn nośnych (wyłączamy więc ruchy między kośćmi podramienia) i że zarówno nadgarstek jak i stęp są zbudowane ze spoistej, niepociętej stawami, masy, wykluczającej przeto, ruchy między ich licznemi składnikami. To ostatnie zastrzeżenie jest tem łatwiejsze do przeprowadzenia, iż istotnie ruchomość stawów nadgarstka i stępu jest w stosunku do pozostałych stawów kończynowych praktycznie znikoma.

A oto, owe zestawienie o charakterze czynnościowym:

kończyna przednia	postać mechaniczna stawu	kończyna tylna
staw barkowy	typ kulisty	staw biodrowy
staw łokciowy	typ zawiasowy	staw kolanowy
staw podramienno nadgarstkowy	" "	staw goleniowostępowy
stawy nadgarstkowośródręczne	" "	stawy stępowośródstopowe
stawy śródręcznopalcowe	" "	stawy śródstopowopalcowe
stawy międzyczłonowe palców górne i dolne	" "	stawy międzyczłonowe palców górne i dolne

Z powyższego wynika, iż z tak licznych stawów łańcucha kinematycznego kończyn, jedynie stawy nasadowe (staw barkowy i staw biodrowy) posiadają ruchomość wielostronną (3°), natomiast wszystkie pozostałe stawy są stawami praktycznie wybitnie jednokierunkowemi. Umieszczenie najbardziej ruchomego stawu u nasady kończyny powoduje, iż każde nawet nieznaczne odchylenie w jakimkolwiek kierunku kości ramiennej wzgl. kości udowej powoduje uwielokrotniony wynik w odcinku końcowym kończyny (R. Fick). Przekonać się o tem łatwo robiąc wykres planimetryczny zschematyzowanej kończyny i przesuwając jej poszczególne składniki!

W typie kończyn chwytnych znaczne urozmaicenie czynnościowe wprowadzają stawy promieniowołokciowe w kończynie przedniej (ruchy supinacyjnopronacyjne!) staw zaś — skokowy dolny (art. talo-calcaneo-navicularis) w kończynie tylnej (ruchy przywodzenia i odwodzenia!). Należy zauważyć, że tym razem stawy leżą w obu kończynach na bardzo różnych »piętrach«.

Co się tyczy stawów obojczykowych i niezwykle ważnej roli w ich udostępnieniu osiągnięcia każdego punktu przestrzeni, nie wykraczającej poza długość

promienia całej kończyny, to odsyłam Czytelnika po bliższe informacje do odnośnego rozdziału.

W obliczu tak szerokiej skali możliwości ruchowych obręczy barkowej, jakżeż nikłą jest rola spoistej obręczy miednicznej ściśle związanej z kręgosłupem!

Obserwując dalej ukształtowanie powierzchni stawowych poszczególnych składników kończyn i ciągle mając na uwadze przedewszystkiem ich własności bjomechaniczne stwierdzamy co następuje: 1) obydwie nasady zarówno kości ramiennej jak i kości udowej kształtują swe powierzchnie stawowe pod postacią kłykci wypukłych (główek wzgl. bloczków); 2) *zeugopodium,* wzięte jako całość, posiada obydwie nasady o budowie wklęsłej (panewkowatej); 3) począwszy od nasad dolnych śródręcza wzgl. śródstopia wszystkie dalsze nasady dolne mają kształt główkowaty, ńasady zaś górne przyjmują postać panewkowatą.



SKOROWIDZ

E

F

N

O

P

Q

R

S

Biblioteka Główna UMK
300043376442
U. 9658
Biblioteka Uniwersytecka w Toruniu